கடல்சார் தொல்லியல்

வரலாறும் நுட்பமும்

ந. அதியமான்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

84
2
மு.கு. 6184

கடல்சார் தொல்லியல்

வரலாறும் நுட்பமும்

ந. அதியமான்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர் 613 005

ISBN : 81-7090-367-X

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெள்ளி விழா ஆண்டு வெளியீடு -25

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு: 307

திருவள்ளுவராண்டு 2037, பங்குனி - ஏப்பிரல், 2006

நூல்	:	கடல்சார் தொல்லியல் வரலாறும் நுட்பமும்
ஆசிரியர்	:	ந.அதியமான்
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	தொல்லியல்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 2005
பக்கம்	:	viii + 342 = 350 பக்கம்
தாள்	:	டி.என்.பி.எல்.மேப்லித்தோ 16 கிலோ
அளவு	:	டெம்மி 1/8
நூற்கட்டுமானம்	:	சாதாக்கட்டு
விலை	:	உரு. 120/-
படிகள்	:	1000
அச்சு	:	தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக மறுதோன்றி அச்சகம் தஞ்சாவூர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

முனைவர் சி.சுப்பிரமணியம்
துணைவேந்தர்

அணிந்துரை

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத்தில் நிகழ்த்தப்பெறும் ஆய்வுகள், நூல்களாக மக்களைச் சென்றடைய வேண்டும் என்பது பல்கலைக்கழகத்தின் முக்கிய நோக்கமாகும். இவ்வடிப்படையில் வெளியிடப்பெறும் **'கடல்சார் தொல்லியல்: வரலாறும் நுட்பமும்'** என்னும் இந்நூல் தமிழுக்கு ஒரு புதிய வரவு. இந்தியமொழிகளில் முதன்முதலில் தமிழ்மொழியில்தான் இத்தலைப்பில் நூல் வெளியிடப்படுகிறது என்பதும் இதைத் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் வெயிடுகிறது என்பதும் தனிச் சிறப்பாகும்.

கடல்சார் தொல்லியல் ஆய்வுகள் உலகில் பெரும்பாலும் தொடக்க நிலையிலேயே உள்ளன. நெறியுடன் கூடிய கடல்சார் தொல்லியல் ஆய்வுகள் 1950-ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகே தொடங்கப்பெற்றன. ஸ்டாக்உேறாம் துறைமுகத்திற்கு அருகில் 17-ஆம் நூற்றாண்டில் கடலில் மூழ்கிய 'வாசா' என்னும் போர்க்கப்பல் 1961-ஆம் ஆண்டு வெளிக்கொணரப்பட்டது. அதேபோல் சோலன்ட் கடலில் 16-ஆம் நூற்றாண்டில் மூழ்கிய 'மேரிரோஸ்' என்னும் ஆங்கிலேய போர்க் கப்பல் எண்பதுகளில் வெளிக்கொணரப்பட்டது. இருப்பினும் 1912-ஆம் ஆண்டு முதன்முதலில் இங்கிலாந்திலிருந்து அமெரிக்காவுக்கு தனது பயணத்தை துவக்கிய "மூழ்கடிக்கமுடியாத கப்பல்" என்று விளம்பரப்படுத்தப்பட்ட 'டைட்டானிக் கப்பல்' வட அட்லாண்டிக் கடலில் பனிப்பாறையில் மோதி ஏறத்தாழ 3.5 கிமீ ஆழத்தில் மூழ்கியதை அறிவியற்கருவிகள் மூலம் 1985-ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டு

உலகிற்கு அறிவிக்கப்பட்ட பின்னரே கடல்சார் தொல்லியல் ஆய்வுகள் பொதுமக்களின் கவனத்தை ஈர்த்தன.

இந்தியாவில் முதன்முதலில் இதுகுறித்த ஆய்வுகள் பூம்புகாரிலும், துவாரகையிலும் நிகழ்த்தப்பட்டன. இவ்வாய்வில் கடலில் மூழ்கிய பூம்புகாரின் கட்டுமானங்களும், துவாரகையில் கடற்கட்டுமானங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இதைத் தொடர்ந்து மேலும் இந்தியக் கடற்பகுதியில் பல இடங்களில் கடல்சார் தொல்லியல் ஆய்வுகள் நிகழ்ந்த வண்ணம் உள்ளன. இத்தகவல்கள் முழுமையாக மக்களுக்குச் சென்றடையும் வண்ணம் இந்நூலில் தகவல்கள் அளிக்கப்பட்டுள்ளன.

உலக கடல்சார் தொல்லியல் வரலாறு, புகழ்பெற்ற கடலகழாய்வுகள், ஆய்வறிஞர்கள், இந்தியாவில் இதுவரை நிகழ்த்தப்பெற்றுள்ள ஆய்வுகள் போன்றன மட்டுமன்றி இத்துறையின் ஆய்வு நுட்பம் குறித்த செய்திகள் குறிப்பாக நீர்மூழ்குதல், தேடுதல் முறைகள், அறிவியற்கருவிகள் போன்ற செய்திகள் எளிதில் புரியும் வண்ணம் தரப்பட்டுள்ளன. தேவையான இடங்களுக்கு வரைபடங்களும் புகைப்படங்களும் அளிக்கப்பட்டுள்ளது இந்நூலின் சிறப்பாகும்.

இந்நூலைச் செம்மையாக எழுதிய நீரகழாய்வு மைய இணைப்பேராசிரியர் திரு ந.அதியமான் அவர்களையும் இந்நூலை வடிவுற அச்சிட்ட பல்கலைக்கழகப் பதிப்புத்துறையினரையும் உளமாரப் பாராட்டுகிறேன்.

தமிழ்கூறும் நல்லுலகம் இந்நூலைப் படித்துப் பயன்பெற்றால் இதுபோன்ற புதிய துறை நூல்களைத் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் வெளியிட உந்துசக்தியாக அமையும் என்பது உறுதி.

வாழ்க தமிழ்! வளர்க நற்றமிழ் நாடு!!

(சி.சுப்பிரமணியம்)

நூன்முகம்

'கடல்சார் தொல்லியல்' (Marine Archaeology) உலகில் வளர்ந்து வரும் ஒரு துறையாகும். செய்தித்தாள்களிலும். தொலைக்காட்சிகளிலும் கடலில் மூழ்கிய பண்டைய கப்பல்கள். நகரங்கள் குறித்த செய்திகள் ஆங்காங்கே காணும்போது வியப்பும். ஆர்வமும் எழுவது இயல்பு. இத்துறையைப் பற்றிய எழும் செய்திகளைத் தரவும், ஐயங்களைத் தீர்க்கவும், உலக அளவில் மிகச் சில நூல்களே வெளியிடப்பட்டுள்ளன. ஆங்கிலத்தில் கடல்சார் தொல்லியல் குறித்த நூல்கள் பத்துக்கும் குறைவானவையே என உறுதியாகக் கூறலாம். இந்திய மொழிகளில் இதுவரை நூல் ஏதும் வெளியிடப்படவில்லை.

எனவே காண்போர், கேட்போருக்கு வியப்பூட்டும் இத்துறையின் ஆய்வுகள் குறித்து எளிமையாகத் தமிழில் தரவேண்டும் என்ற எண்ணம் இத்துறையில் சுமார் 15 ஆண்டு காலம் பணிபுரிந்த எனக்கு ஏற்பட்டது. இவ்வெண்ணம் ஈடேறும்வகையில் கல்வெட்டியல் மற்றும் தொல்லியல் துறையில் முதுகலை வகுப்புகள் தொடங்கப்பட்டபோது 'கடல்சார் தொல்லியலு'க்கென தனிப்பாடம் அமைக்கப்பட்டு அதை நான் மாணவர்களுக்கு கற்றுத்தரும் நிலையேற்பட்டது. அவர்களுக்குக் கற்பிக்க நான் எழுதிய குறிப்புரைகள். கடலகழாய்வு குறித்துப் பிற இடங்களில் நான் அவ்வப்போது நிகழ்த்திய விரிவுரைகள் ஆகியனவற்றைத் தொகுத்து நூலாக வெளியிடத் தூண்டியவர் முனைவர் கா.ராஜன் ஆவார். செப்பம் செய்யப்பெற்ற அக்குறிப்புரைகள் இந்நூலாக வடிவம் பெற்றது. இந்நூலில் காணப்படும் செய்திகள் யாவும் பல கடலகழாய்வு அறிக்கைகள், நூல்கள், ஆய்வுக் கட்டுரைகள் ஆகியவற்றிலிருந்து தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. நூல்கள், கட்டுரைகள், இணையம் ஆகியவற்றினின்று உரிய படங்கள் பெறப்பட்டு இந்நூலுள் தரப்பட்டுள்ளன.

இந்நூலின் அறிமுகப்பகுதியில் கடல்சார் தொல்லியல் குறித்த செய்திகளும் அதன் தொடர்ச்சியாக உலகக் கடல்சார் தொல்லியல் வரலாறு, கடல்சார் தொல்லியல் அறிஞர்கள், இந்தியக் கடல்சார் தொல்லியல், தொடர்புடைய ஆய்வுச்சான்றுகள் ஆகியன குறித்த செய்திகளும் தரப்பட்டுள்ளன. கடல்சார் தொல்லியல் குறித்த வரலாறு மட்டுமன்றி, அகழாய்வு களைக் கடலில் எவ்வாறு மேற்கொள்ளுவது என்பது குறித்த

செய்திகளை அறியும் வகையில் ஆய்வுநுட்பம் குறித்த விளக்கங்கள் அடுத்தப் பகுதியில் தரப்பட்டுள்ளன. கடல்செலவுத் தொல்லியல் மற்றும் அறிவியல்முறைத் தொல்லியல் காலக்கணிப்பு முறைகளும் நூலின் இறுதியில் அளிக்கப் பட்டுள்ளன. படங்களின்றி இத்துறைப்பற்றி விளக்குவது எளிதன்று. எனவே தேவையான இடங்களுக்கு உரிய படங்கள் சேர்க்கப்பட்டு ஒட்டுமொத்தமாகத் தரப்பட்டுள்ளன. இத்துறை தமிழுலகிற்குப் புதியது என்பதால் கலைச்சொற்களின் பட்டியலும், நூலை எளிமையாகக் கையாள சொல்லடைவும் இறுதியில் அளிக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் விரிவான செய்திகளை வேண்டுவோர் நூலின் இறுதியில் தரப்பட்டுள்ள துணை நூற்பட்டியலில் உள்ள நூல்களை நாடலாம்.

தமிழ் மக்கள் இந்நூலை வரவேற்று இந்நூலை மேம்படுத்தக் கருத்துக்களைச் சுட்டிக்காட்டி இந்நூலை மேலும் செம்மைப்படுத்த வேண்டுகிறேன். இந்நூலில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள படங்கள், வரைபடங்கள் ஆகியன பிற நூல்களிலும், ஆய்வுக் கட்டுரைகளிலும், இணைய தளங்களிலும் இருந்து பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஆதலின், அவர்கள் அனைவருக்கும் எனது மனமார்ந்த நன்றிகள் உரித்தாகுக.

இந்நூலை வெளியிட அனுமதியளித்த தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக ஆட்சிக்குழுவிற்கும், நல்லதொரு அணிந்துரை வழங்கிய மாண்பமை துணைவேந்தர் முனைவர் சி.சுப்பிரமணியம் அவர்களுக்கும், முன்னைத் துணைவேந்தர் முனைவர் இ.சுந்தரமூர்த்தி அவர்களுக்கும் எனது நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். இந்நூல் செம்மையுற உதவிய பேரா.எ.சுப்பராயலு, பேரா.செ.இராசு, முனைவர் கா.ராஜன், முனைவர் பா.ஜெயக்குமார், முனைவர் மோ.கோ.கோவைமணி ஆகியோருக்கும் எனது நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

இந்நூல் உருவாக்கத்தில் முகமைப் பங்கு வகித்த கல்வெட்டியல் துறை முதுகலைப்பட்ட, ஆய்வியல் நிறைஞர் மாணவ, மாணவியருக்கும், திட்ட ஆய்வுஉதவியாளர்கள் முனைவர் மா.பவானி, முனைவர் ஆ.துளசேந்திரன், திரு சி.செல்வகுமார், திரு வி.ப.யதீஸ்குமார், திரு ச.வெங்கடாசலம், செல்வி உ.அனுசுயா, செல்வி இரா.வளர்மதி ஆகியோருக்கும் என் நன்றிகள் உரித்தாகுக. இந்நூலை வடிவுற அச்சிட்ட பல்கலைக்கழக பதிப்புத்துறையினருக்கு எனது நெஞ்சார்ந்த நன்றி.

ந.அதியமான்

இணைபேராசிரியர், நீரகழாய்வு மையம்

பொருளடக்கம்

	அணிந்துரை	iii
	நூன்முகம்	v
1.	அறிமுகம்	1
2.	கடல்சார் தொல்லியல் வரலாறு	12
3.	புகழ்பெற்ற நீரகழாய்வுகள்	24
4.	புகழ்பெற்ற ஆய்வறிஞர்கள்	48
5.	இந்தியாவில் நீரகழாய்வு	53
6.	ஆய்வுச் சான்றுகள்	68
7.	கடற்கரை அமைப்பு மாற்றம்	74
8.	நீர்மூழ்குதல்	84
9.	தொல்பொருள் தேடுதல்	99
10.	கடலில் தொல்பொருள் இடம் குறித்தல்	109
11.	அகழாய்வில் திட்டமிடுதல்	115
12.	நீரில் அளவிடுதல்	123
13.	பதிவுசெய்தல்	141
14.	நீரகழாய்வு	162
15.	கடற்செலவுத் தொல்லியல்	179
	பிற்சேர்க்கை-தொல்லியல் காலக்கணிப்பு முறைகள்	196
	படங்கள்	209
	துணைநூல் பட்டியல்	297
	கலைச்சொற்கள்	305
	சொல்லடைவு	325

1. அறிமுகம்

கடல்சார் வணிகம் மற்றும் பயணங்கள் ஒரு நாட்டின் பொருளாதார வளர்ச்சியிலும் பண்பாடு மற்றும் சமூக மேம்பாட்டிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. மனிதன் கப்பல் மற்றும் படகுகளைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கிய காலம் தொட்டு கடல் மற்றும் மிகப் பெரிய ஏரிகளில் பல கப்பல்களும் படகுகளும் பல்வேறு காரணங்களினால் மூழ்கியுள்ளன. கடலில் மூழ்கிய பண்டைய நகரங்கள், கப்பல்கள், அவை கடலில் விட்டுச் சென்ற நங்கூரங்கள் மற்றும் பிற பொருட்களைக் கண்டுபிடித்து முறையாக அகழாய்வு செய்து மனித சமுதாயத்தின் கடல்சார் வரலாற்றை அறிய முற்படுவது கடல்சார் தொல்லியல் ஆகும். கடல்சார் வரலாற்றைத் திறம்பட அறிய பல சான்றுகள் உள்ளன. இலக்கியங்கள், பயணக்குறிப்புகள், அகழாய்வுச் சான்றுகள், அரசு மற்றும் வணிகப் பரிமாற்ற ஆவணங்கள், துறைமுக நாட்குறிப்புகள், கப்பல் நாட்குறிப்புகள் போன்றன சான்றுகளாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. இவை கப்பல், படகுகளின் பயணங்கள் மற்றும் வணிகப் பொருட்களின் ஏற்றுமதி, இறக்குமதி குறித்த செய்திகளையே பெரும்பாலும் தருகின்றன. 18-ஆம் நூற்றாண்டிற்கு முன்னர் கப்பல்களின் உருவ அமைப்பு, அளவு, நீரில் செலுத்தப்படும் விதம் ஆகியன பற்றியோ கப்பல் கட்டும் தொழில்நுட்பம் பற்றியோ விரிவான செய்திகளை இவ்வாவணங்கள் காட்டவில்லை. இது பற்றிய செய்திகளைக் கடற்சார் தொல்லியலால் மட்டுமே அறிய இயலும். மேற்கண்ட

செய்திகளைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளப் பழங்காலத்தில் மூழ்கிய கட்டடப் பகுதிகள், கப்பல்கள் ஆகியனவற்றைக் கண்டுபிடித்தல் அவசியமானதாகும். இவ்வாறு கடலுள் மூழ்கிய கட்டடங்கள், பொருட்களை முறையே அகழும் பணியே கடலகழாய்வு எனப்படும். மேலை நாடுகளில் கடலகழாய்வு என்னும் சொல் பலவிதமாகக் கையாளப்படும் பணிக்கேற்றவாறு பொருள் கொள்ளப்படுகிறது.

கடல்சார் தொல்லியலும் அகழாய்வும்

கடற்பகுதியில் நிகழ்த்தப்பெறும் தொல்லியல் அகழாய்வுகள் கடல் தொல்லியல் (Marine Archaeology), கடற்சார் தொல்லியல் (Maritime Archaeology), கடற்செலவுத் தொல்லியல் (Nautical Archaeology), நீரகழாய்வு (Underwater Archaeology) எனப் பலவகைகளாக இனம் கொள்ளப்படுகின்றன. கடல் தொல்லியல், கடல்சார் தொல்லியல் முதலிய ஆய்வுகள் கடலில் மட்டும் நிகழ்த்தப் பெறுபவை. கடற்செலவுத் தொல்லியல் என்பது பண்டைக் கப்பல் கட்டும் தொழில்நுட்பம் (Ship building) மற்றும் கடற்செலவு (Navigation) ஆகியவற்றைக் குறித்து ஆய்வு செய்வதாகும். கடல் மட்டுமன்றி பிற நீர்நிலைகளான ஏரிகள், ஆற்றுப் பகுதிகள், நீர்த்தேக்கங்கள் ஆகியவற்றிலும் இவ்வாய்வு மேற்கொள்ளப் பெறுவதால் தற்பொழுது நீரினுள் நிகழ்த்தப்படும் அகழாய்வு என்பதைக் குறிப்பதுபோல் நீரகழாய்வு எனப் பொதுவாக வழங்கப்படுகிறது.

கடல்சார் தொல்லியலுக்கும், நிலப்பகுதியில் நிகழ்த்தப் பெறும் தொல்லியலுக்கும் அகழாய்வு அடிப்படையில் மிகுந்த வேறுபாடுகள் இல்லை. எனினும் கடலகழாய்வு செய்யப் பலதுறை வல்லுநர்கள் தேவைப்படுகின்றனர். காற்றுக் குப்பிகளுடன் கடலினுள் மூழ்கத் தெரிந்த தொல்லியல் வல்லுநர்கள் மிகக் குறைவான எண்ணிக்கையிலேயே உலகில் இருப்பதால் வணிகமுறை நீர்மூழ்குபவர்களின் (Commercial Divers) உதவித் தேவைப்படுகிறது. மேலும் கடலில் தொல்பொருட்கள் இருக்குமிடத்தை அறியவும் ஆய்வுக் கலங்களை அங்கு நிறுத்தவும் கடல் அளவீட்டாளர்கள் (Marine Surveyors), கடலில் கள ஆய்வு மேற்கொள்ளப் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளை இயக்கும் பொறியியல்

வல்லுநர்கள் (Marine Instrumentation Engineers), அக்கருவிகள் மூலம் கிடைக்கும் தரவுகளைக் கொண்டு மூழ்கிய பொருட்களைக் கண்டுபிடிக்கும் அறிவியலாரும் (Marine Scientists) தேவைப்படுகின்றனர். எனவே கடலகழாய்வைப் பல்துறைசார் ஆய்வு (Interdisciplinary Research) எனலாம். நிலத்தில் நிகழ்த்தப்பெறும் அகழாய்விற்கு ஏற்படும் பொருட்செலவைவிட கடலில் நிகழ்த்தப்படும் அகழாய்விற்கு ஏற்படும் பொருள் மற்றும் காலச் செலவு பன்மடங்கு உயர்ந்ததாகும். இதன் காரணமாக, கடலகழாய்வானது உலக அளவில் முக்கியத்துவத்தினைப் பெறமுடியவில்லை. ஆயினும் ஒரு சில வேளைகளில் கடலில் மூழ்கிய கப்பல்களிலிருந்து விலை மதிப்பற்ற பொருட்கள் முறையான பயிற்சி பெறாதவர்களால் வெளிக்கொணரப்படும் பொழுது அவை அனைவரின் கவனத்தையும் ஈர்க்கின்றன. மேலை நாடுகளில் தனிநபர்கள் பலர் மூழ்கிய பண்டையக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடிப்பதைப் பகுதிநேர அல்லது முழுநேர தொழிலாகவும் மேற்கொண்டு வருகின்றனர். இவை ஆய்வு நோக்கத்துடன் செயல்படுத்தப் பெறாமல் பொருள் ஈட்டும் தொழிலாகச் செயல்படுத்தப் பெறுவதால் கடலில் மூழ்கிய பண்டையத் தொல்லியல் சின்னங்கள் அழிவிற்குட்படுத்தப்படுகின்றன.

கடல்சார் தொல்லியலின் முக்கியத்துவம்

மேலைக்கற்காலம் முதற்கொண்டு 19-ஆம் நூற்றாண்டு முடிய உள்ள மனித தொழில்நுட்ப வரலாற்றில் படகு, கப்பல் போன்றன மிகப்பெரிய ஊர்தியாகவும் தொழில்நுட்ப மேன்மை நிறைந்தனவாகவும் இருந்தன. 18-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த போர்க் கப்பல்கள் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட பீரங்கிகள், துப்பாக்கிகள் ஆகியவற்றைப் பொருத்தியவையாகவும் 800க்கும் மேற்பட்ட கடற்போர் வீரர்களை ஏற்றிச்செல்லும் அளவுடையவையாகவும் இருந்தன. இவற்றின் தொழில்நுட்பத்தன்மை அக்காலங்களிலிருந்த தரைவழிப் போக்குவரத்து, தொழிற்சாலைகள், சுரங்கங்கள் ஆகிய துறைகளைவிட உயர்ந்ததாக இருந்தது. ரோமானியர் காலத்தில் மத்திய தரைக்கடல் பகுதியில் நிகழ்ந்த கடல்சார் நடவடிக்கைகள் அவர்கள் காலத்தில் ஏற்பட்ட ராணுவ வளர்ச்சி,

சுரங்கத் தொழில் நுட்பம், விவசாயத் தொழில் நுட்பம் ஆகியவற்றைவிட உயர்ந்தவையாக இருந்தன.

கப்பல் தொழில்நுட்பம் கடல்சார்ந்த பணியாக மட்டுமல்லாது அப்பகுதியைச் சார்ந்த மக்களின் சமூக, அரசியல், பொருளாதார மாற்றங்களில் தன்னுடைய ஆளுமையைச் செலுத்தக்கூடியதாக விளங்கிற்று. எடுத்துக்காட்டாக, கி.மு.5-ஆம் நூற்றாண்டில் ஏதெனியர்களது மாட்சி அவர்களின் கடற்படையைச் சார்ந்திருந்தது. அதேபோன்று 15-18-ஆம் நூற்றாண்டுகளில் ஐரோப்பாவில் கப்பல் கட்டும் தொழில் நுட்பம், கடற்செலவு ஆகியவற்றில் ஆளுமை பெற்ற நாடுகள் இந்தியக் கடல் பகுதியில் ஆதிக்கம் செய்தன. இது குறித்த முழுமையான செய்திகளைப் பெற கடல்சார் தொல்லியலை அறிவியல் நோக்கில் காண்பது முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

கடல்சார் வரலாறு பல விதங்களில் நோக்கப்படுகிறது. இவற்றில் மனித சமுதாயத்தின் கடல்சார் அறிவின் வளர்ச்சியை வரலாற்று நோக்கில் அணுகுவதும் அவற்றால் சமூக, அரசியல், பொருளாதார நிலையில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களைக் கண்டுணர்வதும் முக்கியமானவையாகக் கருதப்படுகின்றது.

இரண்டாவதாக, மரபுவழியில் இன்றும் வழக்கத்தில் உள்ள கப்பல், படகு கட்டும் தொழில் நுட்பங்கள், கடற்செலவு முறைகள், மீன்பிடித்தல், மரபுப் பழக்கவழக்கங்கள், பண்பாடு ஆகியவற்றைப் பதிவு செய்யும் நோக்கில் செயல்படுத்தப்படும் ஆய்வுகளைக் கொள்ளலாம்.

மூன்றாவதாக, கடற்சார் நடவடிக்கைகளால் மனிதன் கடலில் விட்டுச் சென்ற தடயங்களான மூழ்கிய கப்பல்கள், மூழ்கிய துறைமுகக் கட்டுமானங்கள் ஆகியவற்றை அகழாய்வு செய்வது தொல்லியல் அடிப்படையில் நிகழ்த்தப்பெறும் ஆய்வாகும்.

இதுபோன்று பல வகையான நோக்கங்களில் நிகழ்த்தப் பெறும் கடல்சார் ஆய்வுகள் பல நேரங்களில் ஒன்றையொன்று தழுவிக் கடல்சார் வரலாற்றைச் செப்பனிடவும் சில வேளைகளில் எதிர்மறையான விளக்கங்களை அளிப்பனவாகவும் அமையும்.

மேற்கண்ட நோக்கங்களில் நிகழ்த்தப்பெறும் ஆய்வுகள் மனித சமுதாயத்தின் கப்பல் கட்டுதல் அவற்றைச் செலுத்துதலின் வரலாறு போன்றவற்றை மட்டும் அறிய உதவினால் போதாது. இவ்வாய்வு முடிவுகள் கடல்சார் வரலாறு மனித சமுதாயத்தில் ஏற்படுத்திய தாக்கங்களைக் கண்டறிந்து வரலாற்றை மீளுருவாக்கம் செய்யக் கூடிய வகையிலும் அமைதல் வேண்டும்.

இதையே தொல்லியல் அறிஞர் மார்டிமர் வீலர் "அகழாய்வில் தொல்பொருட்களை அகழ்ந்தெடுப்பது மட்டும் ஒரு தொல்லியலாளரின் கடமையன்று. அப்பொருட்களை உருவாக்கியவர்களையும் அம்மக்களின் அறிவையும் பற்றிக் காணமுயல்வது முக்கியமானது" என்றார்.

கடல்சார் தொல்லியல் என்பது கடலகழாய்வுத் தொழில் நுட்பத்தை மட்டும் குறிப்பதல்லாமல் மனிதனுக்கும் கடலுக்கும் உள்ள உறவுகள், சமுதாயம், அரசியல், பண்பாடு, பொருளாதாரம், சமயம் ஆகியவற்றில் அவை ஏற்படுத்திய தாக்கங்கள் போன்றவற்றைப் பற்றி விளக்கங்கள் அளிக்கும் துறையுமாகும்.

கடல்சார் தொல்லியலின் நோக்கங்கள்

மனிதப் பண்பாட்டு எச்சங்களாகக் கடலில் காணப்படும் மூழ்கிய கப்பல்கள், நங்கூரங்கள், கட்டடப்பகுதிகள் போன்றவற்றைக் கண்டுபிடித்து, முறையாக அகழாய்வு செய்து வெளிக்கொணர்ந்து பாதுகாப்பதே கடல்சார் தொல்லியலின் முக்கிய நோக்கமாகும். கடலில் காணப்படும் இப்பண்பாட்டு எச்சங்களைப் பற்றியும் அவற்றின் முக்கியத்துவத்தினைப் பற்றியும் விழிப்புணர்வை மக்களுக்கு ஏற்படுத்துவது ஒரு அரசின் கடமையாகும். கடல்சார் தொல்லியலின் நோக்கங்களைக் கீழ்வருமாறு விரிவாக நோக்கலாம்.

1) கடலில் காணப்படும் நமது முன்னோர்களின் பண்பாட்டு எச்சங்களைக் கண்டுபிடித்து வெளிக்கொணர்ந்து, சான்றுகளை ஆய்வுக்குட்படுத்தி வரலாற்றை மீளாய்வு செய்து அப்பொருட்களை முறையாகப் பாதுகாப்பது.

2) இந்நோக்கம் நிறைவேற நமது அண்டை நாட்டினருக்கும் இவ்வறிவைப் புகட்டுவது.
3) கடல்சார் வணிக வரலாறு, கப்பல்துறை, சேமிப்புக்கிடங்கு, கப்பல் பணிமனைகள், துறைமுகக் கட்டடக் கூறுகள், படகு, கப்பல்கட்டும் தொழில்நுட்பம், கடற்செலவு முதலியவை பற்றிய வரலாற்றை மீளுருவாக்கம் செய்வது.
4) கடலகழாய்வுத் தொழில்நுட்பம் பெரும்பாலும் மேலை நாட்டினரின் தொழில்நுட்பக் கருவிகள், நெறிமுறைகளைச் சார்ந்துள்ளது. இக்கடலகழாய்வு இந்தியாவில் இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கருவிகளுடன், செயல்படுத்தத் தேவையான நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளுவது.
5) கடல் மட்ட உயர்வு தாழ்வு, கடற்கரையின் மாற்றங்கள் பற்றிய சான்றுகள், கடல்பகுதியில் மூழ்கிய பொருட்களுக்கு ஏற்படும் வேதியியல் மாற்றங்கள் ஆகியன குறித்த தகவல்களைச் சேகரித்து தரவு வங்கி ஏற்படுத்துதல்.
6) இது குறித்த விரிவுரைகள், தொலைக்காட்சிப் படங்கள் ஆகியன தயாரித்து மக்களுக்கு விழிப்புணர்வு ஏற்படுத்துவது.
7) கடலகழாய்வில் ஆர்வம் உள்ளோருக்கு முறையான பயிற்சியும் ஊக்கமும் அளித்து நீர்மூழ்குத் தொல்லியலாளரின் எண்ணிக்கையை உயர்த்துவது.

கடலகழாய்வின் நெறிமுறைகள் நிலத்தில் செயல்படுத்தப்படும் அகழாய்வு நெறிமுறைகளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டதல்ல. ஆயினும் நீரடியில் செயல்படுத்தப்பெறும் ஆய்வுச்சூழல் நில அகழாய்விலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டது. இவ்வேறுபாடுகளில் பல இடர்ப்பாடுகளும், சில நன்மைகளும் உண்டு. இவை தொல்பொருள்கள் கடலில் காணப்படும் நீரின் தன்மைக்கேற்ப மாறுபடும். கடலகழாய்வில் தொழில் நுட்ப நெறிமுறைகள், கடலகழாய்வில் இடர்ப்பாடுகள், நன்மைகள் குறித்து இங்கு சுருக்கமாக விளக்கப்படுகிறது.

கடலகழாய்வில் ஏற்படும் இடர்ப்பாடுகள்

நீரடியில் தரைப்பகுதியின் தோற்றம் எவ்வாறு இருக்கும்

என்பதை நீர்மூழ்கத் தெரியாதவற்கு விளக்குவது எளிதல்ல. ஏனெனில் நீரடியில் எடுக்கப்படும் எந்தப் புகைப்படமும் உண்மையான வண்ணத்தைக் காட்டாது. நீர்மூழ்குபவர் எடையின்றி இருப்பதால் அவர் நிலத்தில் நின்று பொருளைப் பார்ப்பது போல் நோக்கவியலாது. நீரில் கடினமான வேலைகள் எதுவும் செய்ய இயலாது. எடுத்துக்காட்டாக, தரையில் உள்ள ஒரு பொருளை உடைக்க சுத்தியல் கொண்டு அவர் அப்பொருளைத் தாக்கினால் நீரின் மேலுந்துவிசையால் மேலே தூக்கப்படுவார். அவர் மீண்டும் தரைக்குச் சென்று மறுமுறை தாக்கவேண்டும். மேலும் நிலத்தில் அவர் அப்பொருளின் மீது அளிக்கும் விசையைவிட நீரின் மீதுள்ள பொருளில் அளிக்கும் விசை மிகவும் வலுவாக இருந்தாலும் தாக்கும் திறன் குறைவான அளவாகவே இருக்கும். நீர்மூழ்குநர் செயல்புரியும் இடத்தில் மிகக் குறைந்த விசையுடன் நீரோட்டம் இருந்தாலும் அவர் பணிபுரிவது எளிதாக இருக்காது.

கடலில் அவர் முகமூடிக் கண்ணாடிகளைப் பயன்படுத்துவதால் பார்க்கும் பொருள் இயல்பான அளவைவிட மூன்றில் ஒரு பங்கு கூடுதலாயிருக்கும். சூரியனுடைய ஒளிக்கதிர்களில் சிலவற்றைக் கடல்நீர் தடுத்து நிறுத்துவதால் பார்க்கும் பொருளுடைய நிறம் உண்மையானதாக இருக்காது. கடலில் உட்பகுதி பச்சை, ஊதா நிறமாலைகளாகவே காட்சியளிக்கும்.

கடல் நீரில் கரைந்துள்ள மிதக்கும் மாசுகள் நீரின் தெளிவையும் பார்வை தூரத்தையும் வெகுவாகக் குறைத்துவிடும். கலங்கிய நீரில் நீர்மூழ்குநர் எதையும் தெளிவாகப் பார்க்க இயலாது. ஒரு சில இடங்களில் 20 மீட்டர் தூரம் வரை கூட பார்க்க இயலும். மேலும் பேசுவது, நுகர்வது போன்றவற்றை நீரில் செய்ய இயலாது. மேற்கண்ட குறைபாடுகள் நில அகழாய்வில் இல்லை. இவ்விடர்ப்பாடுகள் மட்டுமின்றி ஆழமான இடங்களுக்கு நீர்மூழ்குநர் செல்லும் போது சுவாசிக்கும் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜன் ரத்தத்தில் கலந்து மது அருந்தியது போன்ற மயக்க நிலைக்கு அவர் தள்ளப்படுவார். இவை மட்டுமன்றி ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு மேல் ஆழமான இடங்களில் நீர் மூழ்கும்போது உடனே மேலே

வந்தால் வாதநோய் ஏற்படும். நீர்மூழ்குநர் தேவையான வேகத்திற்கு மேல் தரையிலிருந்து மேல் வந்தாலோ அல்லது தரையிறங்கினாலோ நுரையீரல்கள் வெடித்தல் அல்லது நுரையீரல் முறுக்கம் போன்றன ஏற்படலாம். ஆழமான பகுதியில் நீர்மூழ்குநர் பணிபுரியும்போது ஏற்படும் மனநிலைத் தடுமாற்றம் ஒரு முக்கியமான இடர்ப்பாடாகும். இருப்பினும் முறையான பயிற்சியின் மூலம் மேற்கொண்ட இடர்ப்பாடுகளை நீர்மூழ்குநர் தவிர்க்க இயலும். நீரிமூழ்குநருக்கு ஏற்படும் உளவியல் மாற்றங்கள் குறித்த ஆய்வு தொடர்ந்து நிகழ்ந்து வருகிறது. எனவே ஆய்வு செய்ய கடலில் மூழ்கும் போது மேற்கூறியவற்றைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

கருவிகள்

கடலகழாய்விற்குச் சுவாசக் காற்று வழங்கும் படகிலிருந்து பழைய முறையான படகிலிருந்து குழாய் வழியாகக் காற்றனுப்பும் நீர்முழ்குக் கருவிகள் தற்காலங்களில் பயனற்றவை. ஏனெனில் ஆய்வாளர் இடம்விட்டு இடம் சென்று ஆய்வு நிகழ்த்துதல் அவசியம். எனவே காற்றுக் குப்பிகளின் உதவியுடன் நீர்மூழ்கி ஆய்வு செய்யவேண்டும். ஒரே இடத்தில் அகழாய்வு செய்யும்போது படகிலிருந்து காற்றனுப்பும் கருவியைப் பயன்படுத்தலாம். ஏனெனில் நீர்மூழ்குநரின் ஆய்வுப் பரப்பு குறிப்பிட்ட இடத்திலேயே இருக்கும். நீர்மூழ்குதலின் வகைகள், கருவிகள் குறித்து பிறிதொரு இயலில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

உடைகள்

நீர்மூழ்குநர் இரப்பராலான நீர்புகா உடைகளை அணிந்து கொள்ளவேண்டும். இவற்றால் உடல் வெப்பம் குறைவது தவிர்க்கப்படுகிறது. செயற்கைப் பஞ்சாலான நீர்புகும் உடைகளையும் ஒருவர் அணிந்து கொள்ளலாம். இவ்வுடைகளின் வெளிப்பகுதியில் நீர்புகுந்து உட்பகுதியில் வெப்பத்தை உருவாக்கி ஒருவித வெப்பம் கடத்தா நிலையை உருவாக்கும்.

துடுப்புகள்

நீர் மூழ்குநர் இடம் விட்டு இடம் பெயரும்போது

இரப்பராலான துடுப்புகளைப் பயன்படுத்துவார். நீர்மூழ்குநர் நீரின் மேலுந்து விசையைச் சமப்படுத்தும் இரும்புக் கட்டிகளை இடுப்பில் கட்டிக்கொள்ளவேண்டும். முகமூடிக் கண்ணாடியும் மூக்கு இறுக்கியும் மாட்டிக் கொள்ள வேண்டும். இவைமட்டுமன்றி கத்தி, மேலுந்து உறை, ஆழமானி, திசைமானி போன்ற பிற கருவிகளையும் அவர் எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். இவற்றை நோக்கும்போது நீர்மூழ்குதல் என்பது எளிதான செயல் அல்ல எனவும், இதற்கெனத் தனிப் பயிற்சி தேவையென்பதையும் உணரலாம். பயற்சியற்ற ஒருவர் நீர்மூழ்கத் தலைப்படக்கூடாது. நீர்மூழ்குதலுக்கான விதிமுறைகள் கண்டிப்பாகப் பின்பற்றப்பட வேண்டும்.

ஆய்வுக்கள இடர்ப்பாடுகள்

நிலப்பகுதியில் வாழ்விடங்களில் காலப்போக்கில் ஏற்படும் மண் படிவுகள் தொல்லியலில் காலக்கணக்கீட்டிற்கு மிகவும் பயன்படுகின்றன. ஆனால் கடலில் படியும் வண்டலுக்கும் நிலத்தில் மண் மேடிடுவதற்கும் வேறுபாடுகள் உள்ளன. நிலப்பகுதியில் வாழ்விடங்களில் உருவாகும் மண்ணடுக்குகள் போல அல்லாமல் மூழ்கிய கப்பலின் பாகங்கள் கடல்பகுதியைப் பொறுத்து மண் மூடியிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் மூழ்கிய கப்பல் கழிமுகப் பகுதியில் மூழ்கியிருந்தால் வண்டல் படிவின் அளவு குறைவாகவே இருக்கும். ஆனால் கடற்தாவரங்கள், பாசிகள், சிப்பிகள் போன்ற உயிரினங்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். கப்பல்கள் நதி முகத்துவாரங்களில் மூழ்கியிருந்தாலோ அல்லது அலை வேகம் நிறைந்த கடற்பகுதியில் மூழ்கியிருந்தாலோ அவை மணலால் மூடப்பட்டிருக்கும். மூடப்படும் உயரம், மணற்படிவு ஆகியன தொல்பொருள் மூழ்கிய காலத்தைப் பொறுத்து வேறுபடும். கடற்பகுதியில் சற்று உள்ளே மூழ்கி இருந்தால் மெல்லிய வண்டல் படிவுகளால் மூடப்பட்டிருக்கும். எனவே இவற்றைக் கண்டுபிடிக்க சிறப்புத்தேடுதல் முறையைக் கையாளவேண்டும். மேலும் வண்டல்படிவு கப்பலின் காலத்தைக் கணிக்க பெரும்பாலும் பயன்படாது.

இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மூழ்கிய பண்டைய

கப்பல்கள் பெரும்பாலும் அவற்றைத் தேடிக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்ற நோக்கத்தில் கண்டுபிடிக்கப்படாமல் பிற ஆய்வின் போது தற்செயலாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டவையே. இருப்பினும் நிலத்திலும் நீர் நிலைகளிலும் தொல்பொருட்கள், வாழ்விடங்கள், மூழ்கிய கப்பல்கள் போன்றவற்றைத் தேட இயலும். நிலப்பகுதியில் நடந்து கள ஆய்வு செய்வது போல, முக்கியமான கடற்பகுதியில் அதாவது பண்டைய கடல்சார் வரலாற்றிற்குச் சாதகமான சூழ்நிலை கொண்ட கடற்பகுதியில் ஆய்வு செய்யலாம். நிலப்பகுதியில் தொல்லியலாளர் மண்ணில் மேற்பகுதியைக் கொண்டு எளிதாக ஒரு வாழ்விடத்தைச் சற்றுத் தூரத்திலிருக்கும் போதே கண்டுபிடித்துவிடலாம். ஆனால் கடலில் பார்வைத்தூரம் நீரின் தெளிவைப் பொறுத்தே அமையுமென்பதால் தொல்பொருளைக் கண்டுபிடிப்பது எளிதல்ல. மேலும் மிகத் தெளிவான நீரிலும் புறஊதாக் கதிர்களின் சிதறலால் 20 மீட்டர் தூரத்திற்கு மேல் காண இயலாது. எனவே நீரில் தேடுதல் பாதை மிக நெருக்கமாக அமைவதால், காலச் செலவும், நிதிச்செலவும் மிக அதிகமாகிறது. நிலம்சார், நீர்சார் தொல்லியலில் நேரடி கள ஆய்வு தற்காலங்களில் குறைக்கப்பட்டுத் தொலையுணர்வுக் கருவிகளின் உதவியுடன் தொல்பொருள்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முறை முன்னேறி வருகிறது. நிலத்தில் தொல்லியல் வாழ்விடங்களைக் கண்டுபிடிக்க வான் புகைப்படங்கள் பயன்படுவதுபோல் படகின் கீழ் பொருத்தப்பட்ட கருவிகள் கடலடியில் காணப்படும் பொருட்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகின்றன. எனினும் கருவிகள் மூலமாகக் கண்டுபிடிக்கப்படும் இடங்களில் நேரடிக் கள ஆய்வு செய்து அவற்றைச் சரிபார்க்க வேண்டும்.

நீரில் மூழ்கிய கப்பல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபின் அகழாய்வு நெறிமுறை இடத்திற்கிடம் வேறுபடும். பெரும்பாலும் மண்படிவுகள் நிலத்தைப் போன்று கெட்டிப்படுத்தப்படாமல் கடலில் இருப்பதால் இவற்றை அப்புறப்படுத்துதல் சற்று எளிமையானது. ஆனால் அவ்வண்டல் மண்ணை வெளிக்கொணர்வது, வேறு இடத்தில் கொட்டுவது போன்ற செயல்களை நீரில் நிகழ்த்துவது சிக்கல்கள் நிறைந்தது. அப்புறப்படுத்த வேண்டிய மண் அளவு குறைவாயிருந்தால்

நிலத்தில் மேற்கொள்ளும் முறையைப் போல் வாளி, மண்வெட்டியைக் கொண்டு அப்புறப்படுத்தலாம். அளவு அதிகமிருப்பின் மண் இறைக்கும் கப்பல் கொண்டு மெதுவாக வெளியேற்றலாம் அல்லது காற்றுத்தூக்கிக் கருவி கொண்டு அப்புறப்படுத்தலாம். எனவே மண்ணகற்றும் முறை சூழ்நிலையைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. மேற்கண்ட காரணங்களால் நீரகழாய்வு குறித்த அனைத்து செய்திகளையும் நன்கு அறிந்து செயல்படுவது அவசியமாகிறது. பின்வரும் இயல்களில் நீரகழாய்வின் தோற்றம், வளர்ச்சி, ஆய்வு நுட்ப முறைகள் ஆகியன குறித்து விளக்கப்படுகின்றன.

2. கடல்சார் தொல்லியல் வரலாறு

கப்பல்கள், படகுகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்திய காலம்தொட்டே அவற்றுள் பல கடலில் மூழ்கியுள்ளன. அக்கப்பல்களில் கிடைக்கும் விலையுயர்ந்த பொருட்களை வெளிக்கொணர அக்காலத்திலிருந்தே பலர் முயன்றுள்ளனர். ஆழமற்ற, தெளிந்த கடல்பகுதிகளில் மூழ்கிய கப்பல்களின் பொருட்கள் பெரும்பாலும் அக்கடற்கரைப் பகுதியில் வாழ்ந்தோரால் வெளிக்கொணரப்பட்டன. மனிதக் குடியேற்றம் ஏற்படாத கடற்கரைப் பகுதிகளிலும், ஆழமான கடலிலும், பனிப்பிரதேசங்களிலும் மூழ்கிய கப்பல்கள் மட்டுமே இன்றும் கடலடியில் சிதைவுறாமல் உள்ளன. கடல் நீரின் வேதியியல் தன்மை, ஆற்று வண்டல்படிவு, கடலின் அலை, ஓத மாற்றங்கள் ஆகியன மூழ்கிய கப்பல்களின் தன்மையை மாற்றும் இயல்புடையன. நிலத்தில் புதைந்த பொருட்கள் நாளடைவில் மண்ணின் வேதியியல் தன்மையால் மாறிவிடுகின்றன. இவற்றோடு ஒப்பிடும் போது அலைகள் வேகம் குறைந்த கடலில் மூழ்கிய கப்பல்களின் பாகங்கள் பெரும்பாலும் சிதைவுறாமல் காப்பாற்றப்பட்டுள்ளன.

சென்ற நூற்றாண்டின் தொடக்கக்காலம் வரை மூழ்கிய கப்பல்களில் கிடைக்கும் பொருட்களைப் புதையலாக வெளிக் கொணர்வதும், கப்பலின் பிற பாகங்களை அரும்பொருட்களாக விற்பதும் வழக்கமாயிருந்தது. இதன் பின்னரே கடலகழாய்வைத் தொல்லியல் ஆய்வு நெறிகளின் அடிப்படையில் மேற்கொள்ள அறிஞர்கள் முனைந்தனர்.

மூழ்கிய கப்பல்களின் பாகங்கள், அரிய பொருட்கள் ஆகியன வலைகள் (nets), இறுகுபிடி கருவிகள் (grabs), கொக்கிகள் (hooks) போன்றவற்றைக் கொண்டு ஆயிரமாண்டு களுக்கு முன்பிருந்தே வெளிக்கொணரப்பட்டன. ஆழமற்ற தெளிந்த கடல் நீருள்ள பகுதிகளில் மரபுவழி நீர்மூழ்குநர்களைக் கொண்டு அப்பொருட்கள் வெளிக்கொணரப்பட்டன.

17-ஆம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நீர்மூழ்கு மணி (diving bell) மூழ்கிய கப்பலிலுள்ள பொருட்களை வெளிக்கொணரப் பெரிதும் உதவியது (படம்-1). 18-ஆம் நூற்றாண்டில் உருவாக்கப்பட்ட சுற்றி மூடப்பட்ட நீர்மூழ்கு உருளைத் தொட்டிகளும் (enclosed barrels) (படம்-2), 19-ஆம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கனம் வாய்ந்த உலோகக் கவசம் கொண்ட நிலையான நீர்மூழ்கு கருவியும் (standard diving gear) மூழ்கிய கப்பலில் கிடைத்தப் பொருட்களை வெளிக் கொணரப் பயன்படுத்தப்பட்டன (படம்-3). இரண்டாம் உலகப்போர்க் காலங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட "சமஅழுத்த நீர்மூழ்கு மூச்சுக் கருவிகள்" (Self Contained Underwater Breathing Apparatus) தொல்லியல் அறிஞர்களைக் கடலகழாய்வு மேற்கொள்ளத் தூண்டியது(படம்-4). உலகில் மற்ற துறைகளையும்விடத் தொல்லியலின் தொடக்கமும் வளர்ச்சியும் காலத்தால் பிற்பட்டது என்பதால், இத்துறையின் ஒரு பிரிவான கடல்சார் தொல்லியலும் மிகவும் பிற்காலத்திலேயே தொடங்கப்பட்டது. அதாவது 20-ஆம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலத்திலேயே கடல்சார் தொல்லியல் வளர்ச்சியுறத் தொடங்கியது. ஆனால் மூழ்கிய கப்பல்கள், கட்டடங்கள் ஆகியவை பற்றிய ஆர்வமும் அவற்றை வெளிக்கொணர்ந்து பயன்படுத்தும் முயற்சியும் பழங்காலம் தொட்டே இருந்துள்ளது.

அப்பாட் எல்ட்ரட் (Abbot Ealdred) என்பார் ரோமானிய நாட்டு வெருலேமியத்தின் (Verulamium) சிதைந்த கட்டடத்தில் உள்ள கற்களைத் தன்னுடைய திருமடம் கட்டுவதற்காக எடுத்துவர ஆட்களை அனுப்பினார். அப்போது கிடைத்த ஒக் மரத்தின் உட்பகுதியில் ஆணியும் கப்பல் கட்டுமானத் துளைகளும் (naval pitch) காணப்பட்டதை வியந்து தனது குறிப்பில் சுட்டியுள்ளார்.

கொலோன்னா (Colonna) என்னும் பெயர் கொண்ட போப்பாண்டவர் மன்ற உறுப்பினர் (Cardinal) இத்தாலியிலுள்ள பெரிய ஏரியான நேமி ஏரியில் (Nemi lake) பழங்கால ரோமானியக் கப்பல் புதைந்திருந்ததை அறிந்தார். அவர் 1446-ஆம் ஆண்டு பட்டிஸ்தா ஆல்பெர்டி (Battista Alberti) என்னும் பொறியியல் கலைஞரை அனுப்பி, அக்கப்பலைப் பற்றிய தகவல்களை அறிந்தார். ஆனால் அவ்வாய்வில் கிட்டிய சான்றுகளை பற்றிய தகவல் தற்போது கிடைக்கப்பெறவில்லை. எனினும் இந்த ஏரியில் மூழ்கிய கப்பலைப் பற்றி அறியும் ஆர்வம் பிறருக்குத் தொடர்ந்து இருந்துள்ளது. இது குறித்து தனியே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

19-ஆம் நூற்றாண்டில் குளிர் நிறைந்த இங்கிலாந்துக் கடல்பகுதியில் மூழ்கியிருந்த கப்பல்களில் கிடைத்த பொருட்களைத் தொல்லியல் ஆர்வத்துடன் டீன் சகோதரர்கள் (Dean Brothers) வெளிக்கொணர்ந்தமை முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். இதே காலத்தில் நிலஇயல் (Geology) வல்லுநரான சார்லஸ் லையல் (Charles Lyell) என்னும் அறிஞர் புதைந்து போன கப்பல்கள் எவ்வாறு வண்டல் மண் மற்றும் கடல்நீரில் அழிவின்றி காப்பாற்றப்படுகின்றன என்பதைப் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொண்டு தனது *'நிலஇயல் தத்துவம்'* (1832) என்னும் நூலில் குறித்துள்ளார். அந்நூலில் ஒரு இயலில் மனிதனால் உருவாக்கப்பட்டுக் கடலில் மூழ்கிய கப்பல்கள், கட்டடங்கள் மற்றும் மூழ்கியுள்ள பிற பொருட்களைப் பற்றியும், அக்கால கட்டத்தில் காணாமல் போன கப்பல்கள் குறித்த செய்திகளுடன் கடல் தரையில் புதைந்த பொருட்கள் சிதைவுறாமல் எவ்வாறு பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன என்ற விவரத்தையும் அளித்துள்ளார். மேலும் கடலில் புதைந்த மனித நாகரிகத்தின் எச்சங்கள் இதுபோன்று பல மடங்குகள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படலாம் என்றும் குறிப்பிட்டுள்ளார். இங்கிலாந்து சசக்ஸ் (Sussex) பகுதியில் ரை (Rye) என்னுமிடத்தில் 1822-ஆம் ஆண்டு கண்டெடுக்கப்பட்ட படகு லண்டனில் காட்சிப் பொருளாக வைக்கப்பட்டிருந்தது. அது காலப்போக்கில் பொது மக்களால் சிதைக்கப்பட்டது. 19-ஆம் நூற்றாண்டிலும் தொல்பொருட்களைப் பற்றிய ஆர்வம் பொது மக்களிடம் இல்லை என்பதை இச்செய்தியிலிருந்து அறியலாம்.

முதன்முதல் கடல்சார் தொல்லியல் ஆய்வு நிலத்தில் புதைந்திருந்த படகுகளைப் பற்றியதாகும். ஐரோப்பிய தீபகற்பப் பகுதியான ஸ்கேன்டிநேவியாவில் (Scandinavia) நிலத்தில் புதைந்து கிடந்த இடைக்காலத்தைச் சார்ந்த பல படகுகள் அகழாய்வு செய்யப்பட்டன. 1863-ஆம் ஆண்டு கொன்ராட் ஏஞ்சல் ஹார்ட் (Conrad Engel Hart) என்பவர் டென்மார்க்கிலுள்ள நைதம் (Nydam) பகுதியில் நிகழ்த்திய அகழாய்வில் கிடைத்த நான்காம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த படகு அவற்றுள் முக்கியமானதாகும். இதுவே கடல்சார் தொல்லியலில் ஓரளவிற்கு முறையாகச் செய்யப்பெற்ற முதல் ஆய்வாகும்.

19-ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதிப் பகுதியிலும் 20-ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பக் காலகட்டத்திலும் நிலத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்ட தொல்லியல் ஆய்வுகள் வளர்ச்சியுற்ற போதும், கடலில் மூழ்கிய மனிதப் பண்பாட்டு எச்சங்களை ஆய்வு செய்யத் தொல்லியலாளர் முயலவில்லை. லண்டன் நகரின் தொல்பொருள் சேகரிப்பு சங்கம் (Society of Antiquaries) கென்ட் (Kent) பகுதியிலிருந்த ஹெர்ன் குடா (Herne Bay) பகுதியில் ஹக் பொலார்ட் (Hugh Pollard) என்பார் தலைமையில் தகுதிவாய்ந்த நீர்மூழ்குநர்களைக் கடலினுள் அனுப்பி ஆய்வு செய்தது. இங்கு ரோமானியப் பானையோடுகள் கிடைத்தன. ஆனால் இந்நிறுவனம் தொல்லியலாளர் எவரையும் நீர்மூழ்கி ஆய்வு செய்ய அனுப்பவில்லை.

தொல்லியல் ஆர்வலர் பெனடிக்டின் பாதிரியாரான (Benedictine Priest) மறைதிரு ஓடோ பிளன்டல் (Odo Blundell) ஓராண்டிற்குப் பிறகு ஸ்காட்லாந்து பகுதியைச் சார்ந்த செயற்கைத் தீவுகளை (Crannogs) ஆய்வு செய்தார். இத்தீவுகள் ஏரிப்பகுதியில் வசிப்போரால் எதிரிகளிடமிருந்து அவர்கள் தப்புவதற்கு ஏற்படுத்தப்பட்டவை. இவற்றின் அடிப்புறக் கட்டுமானங்களைப் பற்றி ஆய்வு செய்ய ஒரு தனியார் நிறுவனத்திடமிருந்து நீர்மூழ்கு உடைகளைப் பெற்று 1908-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 7ம் நாள் ஆய்வு செய்தார். எவ்வித இடையூறுமின்றி இவைகளை ஆய்வு செய்து ஒரு செயற்கைத் தீவின் வரைபடத்தைத் தயாரித்தார் (படம்-5). பின்னர் இதுபோன்று பல செயற்கை ஏரித்தீவுகளைப் பற்றிய ஆய்வை

மேற்கொண்டார். இச்செயலே பிரிட்டிஷ் குழுமம் (British Association) செயற்கைத் தீவுகள் பற்றிய விரிவான ஆய்வைத் தொடங்கக் காரணமானது.

இதே காலக்கட்டத்தில்தான் மத்தியத்தரைக்கடல் பகுதியிலும் அக்கடலில் கிடைத்த பண்டைய பொருட்களைப் பற்றி அறியும் ஆர்வம் தொடங்கியது. கீரீட் (Crete) தீவு மற்றும் கிரீஸ் நாட்டின் இடைப்பகுதியில் அமைந்த ஆன்டிகிதேரா (Antikythera) என்னும் தீவுக் கடற்பகுதியில், பாசி எடுக்கும் நீர் மூழ்குநர்கள் முதன் முதலில் 60 மீட்டர் ஆழத்தில் சலவைக் கல் வரிசைகளைக் கண்டுபிடித்தனர். அவர்கள் வெங்கலத்தாலான சிலையொன்றையும் கண்டெடுத்தனர். இதையறிந்த கிரீஸ் அரசு, அருங்காட்சியக இயக்குநர் பேராசிரியர் ஜார்ஜ் பைஜான்டினோஸ் என்பவர் தலைமையில் கடற்படைக் கலன்களின் உதவியுடன் ஆய்வு செய்ய ஒரு குழுவை அனுப்பியது. அவ்வாய்வில் உலகப் புகழ்வாய்ந்த "ஆன்டிகிதேரா இளைஞன்'' சிலை, பழங்காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட கணக்கிடும் கருவி போன்ற தொல்பொருட்கள் கிடைத்தன (படம்-6,7). இவை கிரேக்க நாட்டிலிருந்து கி.மு.86-ஆம் ஆண்டு ரோம் நாட்டிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்ட போது மூழ்கிய கப்பலைச் சார்ந்தவை எனத் தெரிய வந்தது. ஏழு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் மரபுவழி நீர்மூழ்குபவர்களால் இதேபோன்ற கடற்புதையல்கள் துனிசியக் கடற்கரையில் மதியா (Mahdia) பகுதியில் கண்டெடுக்கப் பட்டன(படம்-8). இவற்றை மரபுவழி மூழ்குநர்கள் தொடர்ந்து எடுக்கத் துனிசியத் தொல்பொருள் துறை 1913-ஆம் ஆண்டு வரை ஆதரவளித்து வந்தது. இவ்வாறு எடுக்கப்பட்ட தொல்பொருட்கள் தரும் புதிய வரலாற்றுச் சான்றுகளைச் செவ்வியல் தொல்லியலாளர்கள் மிகவும் போற்றிப் பயன்படுத்தினர். மத்தியத் தரைக்கடலில் இவ்வாறான கண்டுபிடிப்புகள் ஆய்வாளர்களின் கவனத்தை ஈர்த்தது. உலகத் தொல்பொருட்களின் அருங்காட்சியகம் இன்னும் மத்தியதரைக் கடலிலேயே புதைந்து கிடக்கிறது என்று சாலமன் ரெய்னாஸ் (Salomon Reinach) என்னும் தொல்லியலாளர் குறிப்பிட்டுள்ளார். ஆயினும் முறையான ஆய்வு இப்பகுதியில் இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னரே நிகழ்ந்தது எனலாம்.

பாலஸ்தீனிய கடற்பகுதியில் காணப்பட்ட மூழ்கிய பழைய துறைமுகக் கட்டுமானங்களைப் பற்றிய ஆண்ட்ரே (Andre) என்பாரின் ஆய்வு, நீர்மூழ்கு கருவிகள் கண்டுபிடிக்கும் முன்னர் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் மிகச் சிறப்பானதாகும். அவரே முதன்முதலில் வான்புகைப்படம் மற்றும் நீர்ப் புகைப்படம் ஆகியவற்றை முதன்முதலில் எடுத்தார். இவ்வாய்விற்குப் பிரான்சு அரசின் கடற்படை வீரர்கள், மரபு வழி நீர்மூழ்குநர் ஆகியோர் உதவி செய்தனர்.

உலகில் பல முறைகளிலும் நீர்மூழ்கு கருவிகளைத் தயாரிக்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படினும் ஜேக்கஸ் கூஸ்து (Jacques Cousteau) என்னும் பிரெஞ்சு அறிஞர் கண்டுபிடித்த நீர்மூழ்குக் கருவிகள் சாதாரண மனிதனும் கடலில் செல்லும் வகையில் அமைந்திருந்தன. இக்கருவியை இவர் எமில் (Emile) என்னும் அறிஞருடன் சேர்ந்து தயாரித்தார். பழைய முறை நிலையான நீர்மூழ்குதலில் (Standard Diving) ஒருவர் அதிகப் பளுவுள்ள நீர்மூழ்குக் கவசங்களை அணிந்து செல்லவேண்டியிருந்தது. இம்முறையில் நீர்மூழ்குநர் கடலில் இடம் பெயர்ந்து தேட இயலாது. மேலும் அனுபவம் வாய்ந்த ஒருவரே இம்முறை நீர்மூழ்குதலைச் செய்ய இயன்றது. ஆனால் புதியதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நீர்மூழ்குக் கருவிகள் நீரகழாய்வில் மிகப்பெரிய புரட்சியை ஏற்படுத்தின எனலாம். இக்கருவிகள் தொடக்கத்தில் பழைய கப்பல்களில் கிடைத்த அரும்பொருட்களைக் கொள்ளையடிப்போரே பயன்படுத்தினர். பெரும்பாலான கடற்கரையோர நாடுகளில் மிகக் கடுமையான சட்டங்கள் இயற்றப்பட்டிருப்பினும் கடற்கொள்ளைகளைத் தடுக்கவியலவில்லை. தொடர்ந்து இச்செயல் நிகழ்ந்து வருகிறது. பழங்கப்பல்களை ஆய்வு செய்யும் முதல் முயற்சியை கடலியல் அறிஞர் கேப்டன் ஜேக்கஸ் கூஸ்துவே மேற்கொண்டார். நீரகழாய்வுக் குழுவுக்குத் தலைமையேற்று கிராண்ட் கொஞ்லூ (Grand Cognloue) என்னும் தீவின் அடியில் காணப்பட்ட மண்சாடிக் குன்றினை அவர் ஆய்வு செய்தார். இவ்வாய்விற்கு பல தொழில்நுட்பங்களும், ஆய்வு முறைகளும் புதிதாகப் பயன்படுத்தப்பட்டிருந்தாலும், தொல்லியல் நெறிமுறைகளைச் சார்ந்ததாக அவை அமையவில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, அக்கடல் பகுதியின் தரைப்படம் தயாரிக்கப்படவில்லையாதலால் அங்கு

எத்தனை கப்பல்கள் முழ்கின என்பதை அறிய இயலவில்லை. ஆயினும் நீர்மூழ்கி தொல்லியல் அகழாய்வை நிகழ்த்த இயலும் என்பதற்கு எடுத்துக்காட்டாக இவ்வாய்வு இருந்தது. கடல் கொள்ளைகளுக்கிடையில் ஜேக்கஸ் கூஸ்துவின் ஆய்வுத்தோழர் பிரடெரிக் தூமாஸ் (Frederic Dumas) தம்மால் முடிந்தவரை கடலடியில் மூழ்கியிருந்த கப்பல்களைப் பற்றிய தரவுகளைச் சேகரித்தார்.

டைட்டன் பவளப்பாறையில் மூழ்கிய கி.மு. முதல் நூற்றாண்டுக்குரிய கப்பலைப் பற்றிய ஆய்வை பிரெஞ்சு கடற்படைத் தளபதி கமாண்டர் பிளிப் தெய்லே (Philip Taillez) மேற்கொண்டார் (படம்-9). நீரகழாய்வில் உள்ள குறைகளை அறிந்த அவர் "இவ்வகழாய்வில் எங்களால் முடிந்தவரை தவறுகளின்றிச் செய்துள்ளோம். எவ்வளவு தவறுகள் நாங்கள் செய்துள்ளோம் என்பது எங்களுக்குத் தெரியும். இருப்பினும் எங்களுடன் தொல்லியலாளர் ஒருவர் இருந்திருந்தால் இதை விட மிகச் சிறப்பாகச் செய்திருப்போம்" எனக் குறிப்பிட்டுள்ளார். ஆனால் பிரான்சு கடற்பகுதியில் தொல்லியலாளர் நீர்மூழ்கி ஆய்வு செய்யும் முன்பே பல பொருட்கள் கொள்ளையடிக்கப் பட்டுவிட்டன.

பென்சில்வேனியா பல்கலைக்கழக அருங்காட்சியகத்தைச் சேர்ந்த அமெரிக்கக் குழு முதன் முதலில் 30 மீட்டர் ஆழத்திலும் கடலகழாய்வை நிகழ்த்த இயலும் என்பதைச் செய்து காட்டியது. 1960-ஆம் ஆண்டு ஜார்ஜ்பாஸ் (George Bass) என்பாரின் தலைமையில் பீட்டர் துரோக்மார்தன் (Peter Throkmorton), ஜோன் து பிளாத் டெயிலர் (Joan du Plat Taylor) மற்றும் பிரடெரிக் தூமாஸ் (Frederic Dumas) ஆகியோர் கெலிதோனியா (Gelidonya) முனைப்பகுதியில் கி.மு.1200-ஆம் ஆண்டு வாக்கில் மூழ்கிய கப்பல்களை ஆய்வு செய்தனர். இதுவே நீரகழாய்விற்குக் கிடைத்த முதல் வெற்றியாகும். அகழாய்வுத் தொழில்நுட்ப ரீதியிலும் செப்புக்காலத்தைச் சேர்ந்த அக்கப்பல் கிழக்கு மத்தியதரைக்கடல் நாடுகளின் வணிகத்தைப் பற்றிய புதிய சான்றுகளை அளித்ததால் முக்கியத்துவம் பெற்றது. இவ்வாய்வே துருக்கிக் கடற்பகுதிகளில் தொடர் கடலாய்வுகளை அமெரிக்கரின் உதவியுடன் நிகழ்த்த அடிகோலியது. இவற்றில்

முக்கியமானது 4-ஆம் மற்றும் 7-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பல்களை யாசிஅதா (Yassi Ada) என்னும் தீவைச் சுற்றியுள்ள கடற்பகுதியில் அகழாய்வு செய்ததாகும். சைப்ரஸ் கடல் பகுதியில் மூழ்கிய கி.மு. 4-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பலை இக்குழுவே மைக்கேல் கட்சு (Michael Katzew) அவர்கள் தலைமையில் அகழாய்வு செய்தது. மூழ்கிய கப்பலை முழுமையாக வெளிக்கொணர்ந்த நிகழ்வாக இதைக் கூறலாம். ஜார்ஜ்பாஸ் அவர்கள் நிகழ்த்திய முதல் அகழாய்வு முறையே இன்றளவும் உலகில் பெருமளவில் பின்பற்றப்பட்டு வருகிறது. அறுபது, எழுபதுகளில் (1960-70) மத்திய தரைக்கடல் பகுதியில் மட்டுமல்லாது பிறபகுதிகளிலும் கடலகழாய்வு முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இத்தருணத்திலேயே யுகோஸ்லேவிய அரசும் மூழ்கிய கப்பல்களின் முக்கியத்துவத்தை அறிந்து அவற்றை ஆவணப்படுத்தும் முயற்சிகளை மேற்கொண்டது.

ஸ்வீடன் நாட்டில் ஸ்டாக்ஹோம் (Stockholm) துறைமுகத்தில் 1628-ஆம் ஆண்டு மூழ்கிய வாசா என்னும் போர்க்கப்பல் தன்னுடைய முதல் பயணத்திலேயே மூழ்கியது. அது 1956-ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டு முழுமையாக 1961-ஆம் ஆண்டு வெளிக்கொணரப்பட்டது. இது கடல் அகழாய்வுத் தொழில்நுட்பத்தின் வளர்ச்சியாகக் கருதப்பட்டது. மேலும், அக்கப்பலின் தொலைந்துபோன பாகங்களைக் கண்டுபிடிக்கக் கப்பல் மூழ்கிய இடத்திற்கு அருகாமையிலிருந்த பகுதிகள் அனைத்தையும் ஆய்வு செய்தமை அப்போதைய கடலகழாய்வின் அறிவியல் நுட்ப மேன்மையை வெளிப்படுத்துவதாக இருந்தது. இத்துடன் மட்டுமல்லாது உப்பு குறைவாகக் கலந்துள்ள பால்டிக் கடலில் மூழ்கிய கப்பல்கள் பலவற்றைக் கண்டுபிடிக்க ஸ்வீடன் நாட்டுக் கடலகழாய்வு உதவியது எனலாம்.

வட ஐரோப்பா பகுதிகளில் மனிதன் கடல்சார் பொருளாதாரத்தைத் தொடங்கிய காலத்திலிருந்து புயலால் மூழ்கிய கப்பல்களை வான் தெர் ஹெய்த் (G.R. Van der Heide) என்னும் டச்சுத் தொல்லியலறிஞர், கண்டுபிடித்தார். அதிகமான பொருட்களையும் கப்பல்களையும் அவர் கண்டுபிடித்ததால் அவற்றைத் திறம்பட அவர் பதிவு

செய்யவில்லை. ஆகையால் அவை போதிய செய்திகளைத் தருவனவாக அமையவில்லை. ஆயினும் இச்சான்றுகள் வடகடல்பகுதியில் 12-19-ஆம் நூற்றாண்டளவில் பயன்படுத்தபட்ட கலங்களைப் பற்றிய புதிய வெளிச்சத்தைத் தருவனவாக அமைந்தன.

இதுபோன்று நார்வே கடற்பகுதியில் கி.பி.6-ஆம் நூற்றாண்டுகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆற்றுப் படகுகளைப் பற்றிய தற்செயலான கண்டுபிடிப்புகள் முக்கியமானவையாகும். குறிப்பாக ஜுவாமர்தான் (Zwammerdan) பகுதியில் கிடைத்த பொருட்கள் மிகவும் முக்கியமானவை.

பிளாக் ஃபிரையர் (Blackfriar) என்பார் இங்கிலாந்து கடற்பகுதியில் கண்டுபிடித்த போர்க்கப்பல்கள் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தன. அவ்விடத்திலேயே பிற்காலத்தைச் சார்ந்த பல கப்பல்கள், படகுகள் போன்றன கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. 1939-ஆம் ஆண்டு சூஃபோக் (Suffolk) பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அரச குடும்பத்தைச் சார்ந்த கப்பல் மூலம் கி.பி.6 நூற்றாண்டைச் சார்ந்த ஆங்கிலேயக் கப்பல் பற்றி அறிய முடிகிறது. 1965-67-ஆம் ஆண்டுகளில் இப்பகுதியை இங்கிலாந்து அருங்காட்சியகம் மேலும் ஆய்வு செய்த போது மேலும் இடைக்காலத்தைச் சார்ந்த ஒரு படகும், கென்ட் (Kent) பகுதியிலுள்ள கிரேவ்னி (Graveney) என்னுமிடத்தில் 19-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கலமும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன(படம்-10). கிரீன்விச் தேசிய அருங்காட்சியகம் வடமேற்கு ஐரோப்பாவின் படகுத் தொல்லியலை ஆரம்பித்தது.

இருப்பினும் பிற நாடுகளுடன் ஒப்பிடும்போது இங்கிலாந்தில் கடலகழாய்வு மந்த நிலையில் இருந்தது. மேலும் அவ்வாய்வுகள் 15-ஆம் நூற்றாண்டிற்குப் பின்னர் மூழ்கிய கப்பல், படகுகளைப் பற்றியே அமைந்தன. செட்லாந்து (Shetland Isles) தீவிற்கருகில் அவுட் ஸ்கெரிஸ் (Out Skerries) கடற்பகுதியில் தூ லிப் (De Liefde) என்னும் டச்சு கிழக்கிந்திய கம்பெனியின் கப்பல் முதன்முதலில் 1965-ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதன் பின்னர் நிகழ்ந்த ஆய்வுகள் தொல்பொருள் தேடும் வணிக நோக்குடனேயே நிகழ்த்தப் பெற்றன.

கடற்செலவுத் தொல்லியல் கழகம் (Council for Nautical Archaeology) *1964*-ஆம் ஆண்டில் ஆரம்பிக்கப்பட்ட பின்னர் கடலகழாய்வின் நெறிமுறைகள் செம்மையுறத் தொடங்கின. டச்சுக் கிழக்கிந்திய கம்பெனியின் மூழ்கிய பழைய கப்பல்கள் பல ஆய்வாளர்களின் கவனத்தை ஈர்த்தன. அவற்றுள் முக்கியமானது ஹேஸ்டிங்ஸ் (Hastings) கடற்கரையோரம் மூழ்கிய அம்ஸ்டெர்டாம் (Amsterdam) என்னும் கப்பலாகும். *1588*-ஆம் ஆண்டில் மூழ்கிய ஸ்பெயின் கடற்படைக் கப்பல்களும் ஆய்வாளர்கள் கவனத்தை ஈர்த்தன. இவற்றுள் *1968*-ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சாந்தா மரியா து லா ரோசா, கிரோனா (Santa Maria de la rosa, Girona) ஆகிய கப்பல்கள் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தன.

அறுபதுகளில் *(1960-69)* நீர்மூழ்குக் கழகங்கள் (Diving Clubs) பல தொடங்கப்பெற்றதன் விளைவாக மூழ்கிய கப்பல்கள் பல கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றுள் முக்கியமானதாகக் கருதப்படுவது மேரி ரோஸ் (Mary Rose) என்னும் இங்கிலாந்துக் கடற்படைக் கப்பலின் கண்டுபிடிப்பாகும். முதன்முதலில் கடலகழாய்வின் முக்கியத்துவம் கருதி *1973*-ஆம் ஆண்டு புனித ஆண்ட்ரூஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் (St. Andrews University) கடலகழாய்வுத்துறை நிறுவப்பட்டது. இவ்வாண்டிலேயே மனிதப் பண்பாட்டு எச்சங்களாக கடலில் மூழ்கியுள்ள தொல்பொருட்களைக் கொள்ளையிலிருந்து காக்கவும் அவை அழிந்து போகாமல் பாதுகாக்கவும் உலகளாவிய சட்டங்கள் இவ்வாண்டிலேயே இயற்றப்பட்டன.

ஐரோப்பா மட்டுமன்றி வட, மத்திய அமெரிக்கக் கடல் பகுதியில் வரலாற்றுக் காலத்தைச் சேர்ந்த பல கப்பல்கள் தங்கம், வெள்ளி ஆகியவற்றுடன் மூழ்கியதால் அவற்றை வெளிக் கொணரும் நோக்கத்துடன் பலர் முனைந்தனர். பெரும்பாலும் அவை வணிக நோக்குடன் செயல்படுத்தப் பட்டவை. ஆயினும் எழுபதுகளின் *(1970-79)* பிற்பகுதியில் இதுபோன்ற நீர்மூழ்குதலுக்குத் தடைசெய்யும் பல முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டன எனலாம். அமெரிக்காவில் கடல்சார் மாநிலங்கள் கடல்சார் தொல்லியலுக்கான சட்டங்களை வகுத்தன. பல ஆய்வு நிறுவனங்களைத் தொடங்கின. இவ்வ ஆய்வு நெறியுடன் அகழாய்வைத் தொடங்கின. இவற்றில் கிடைத்த சான்றுகள்

மிகவும் முக்கியமானவை. யார்க் டவுன் (York Town) பகுதியில் விடுதலைப்போர் நாட்களில் மூழ்கிய கப்பல்கள் பற்றிய ஆய்வுகள் சிறப்புறத் தொடங்கின. இவ்வகையில் பெனொப்ஸ்காத் (Penobscot) ஆற்றில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட டி.:.பன்ஸ் (Defense) என்னும் கப்பல் ஆய்வு முக்கியத்துவம் பெற்றது.

கனடா கடல் பகுதியிலும் இத்தகைய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பிரஞ்சு நாட்டைச் சேர்ந்த மாசூல்த் (Machault) என்னும் கப்பலை தேசிய வரலாற்றமைவிடக் கழகம் (National Historical Sites Services) கண்டுபிடித்தது. தொல்லியலில் ஆர்வம் கொண்ட சிலர் ச.:.பயர் (Saffaire) என்னும் கப்பலைக் கண்டுபிடித்தனர். வட அமெரிக்க மத்திய, மேற்கு ஆற்றோரங்களில் வணிக முக்கியத்துவம் பெற்ற பகுதியில் கண்டெடுக்கப்பட்ட பொருளெச்சங்கள் 18-19-ஆம் நூற்றாண்டில் நிகழ்ந்த வணிகப் பறிமாற்றங்களைப் பற்றிய சான்றுகளைத் தருவதாக அமைந்தன.

எழுபதுகளில் (1970-79) மேற்கு ஆஸ்திரேலியாவில் ஜெர்மிகிரீன் என்பாரின் தலைமையில் பல மூழ்கிய கப்பல்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவர் பணிபுரியும் ஆஸ்திரேலியா மாநில அருங்காட்சியகம் (State Museum) ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்து நிகழ்த்தி வருகிறது. இந்நிறுவனம் கண்டுபிடித்த கப்பல்களில் முக்கியமானவை கிழக்கிந்தியக் கம்பெனியின் படாவியா (Batavia, 1629), வெர்குல் திராக் (Vergulde Drack, 1656), ஜூவிக் (Zeevijk,1727) ஆகியனவாகும்.

கென்யா நாட்டு மொம்பாஸா (Mombasa) என்னும் துறைமுகக் கடல்பகுதியில் 7-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பல் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எழுபதுகளில் (1970-79) இதைப் பற்றிய ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. தாய்லாந்துப் பகுதியில் 14-15-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த மூழ்கிய கப்பல் பற்றி ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. உலகின் பிற நாடுகளில் எண்பதுகளிலேயே (1980-89) கடலகழாய்வுகள் முக்கியத்துவம் பெறலாயின. இஸ்ரேலைச் சேர்ந்த வல்லுநர்கள் செங்கடல், மத்தியத் தரைக்கடல் பகுதிகளில் முக்கியமாக ஷாம்-எல்-ஷேய்க் (Sharm-el-sheikh) பகுதியில் முக்கியமான ஆய்வுகளை

நிகழ்த்தியுள்ளனர். கடல்சார் மற்றும் பிற முக்கிய துறைகள் குறித்த ஆய்வுகள் இதன்மூலம் வெளிப்படலாயின. எண்பதுகளில் (1980-89) ஜப்பானிலும், இந்தியாவிலும், கடல் அகழாய்வு பற்றிய தொடக்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இந்தியாவில் தொடங்கப்பட்ட கடலகழாய்வு குறித்து தனியே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

3. புகழ்பெற்ற நீரகழாய்வுகள்

சென்ற நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் கடல்சார் தொல்லியல், கடற்செலவுத் தொல்லியல் ஆகிய துறைகளில் பலவகையான ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் பின்வரும் ஆய்வுகள் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தன.

1) நேமி ஏரி ரோமானியக் கப்பல் ஆய்வு

2) வாசா கப்பல் அகழாய்வு

3) மேரிரோஸ் கப்பல் அகழாய்வு

4) டைட்டானிக் கப்பல் ஆய்வு

இவை பற்றிய செய்திகள் இங்கு விளக்கப்படுகின்றன.

நேமி ஏரியில் ரோமானியக் கப்பல்களின் அகழாய்வு

ரோம் நகருக்கு தென்கிழக்கே சுமார் 30 கி.மீ தூரத்தில் நேமி ஏரியில் இரண்டு ரோமானியக் கப்பல்கள் புதைந்திருந்தன. மூழ்கிய இக்கப்பல்கள் குறித்து மக்களால் பல காலமாகப் பேசப்பட்டு வந்தன. கார்டினல் கொலானா (Cardinal Colona) என்பார் 1446-ஆம் ஆண்டு கட்டடக்கலை வல்லுநர் லியோன் பட்டிஸா ஆல்பர்டி (Lyon Battisa Alberti) என்பவரின் உதவியுடன் அக்கப்பலை வெளிக்கொணர முயற்சித்தார். நீர்மூழ்குநர்கள் முதன்முதலில் அக்கப்பல்களின் நிலைகுறித்து ஆய்வு செய்தனர். பின்னர் உருளைத் தெப்பங்களை (Raft Barrel) மிதக்கச் செய்து கயிற்றைக் கட்டி அவைகளைத் தூக்க முயற்சித்தனர். முக்கியமாக கப்பலின் அடிப்பகுதியை (Hull)

வெளிக்கொணர முயற்சித்தனர். அப்பொழுது மிகப் பெரிய சிலையொன்று வெளிக்கொணரப்பட்டது. அது முக்கிய கண்டுபிடிப்பாகும். பின்னர் ஒரு நூற்றாண்டுக்கும் குறைவான இடைவெளியில் மூழ்கு கருவிகளின் உதவியுடன் கள ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. பிரான்ஸோ தெமார்சி (Franceso Demarchi) என்பார் பயன்படுத்திய நீர்மூழ்கு உடையே உலகில் முதன்முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட நீர்மூழ்கு உடை எனலாம். இவர் மரத்தாலான தலைக் கவசத்தையும் அக்கவசத்தில் சிறிய படிமத்தகடு ஒன்றைப் பொருத்தியும் நீரில் மூழ்கி ஆய்வு செய்தார். அப்பொழுது தொல்பொருட்கள் மிகப் பெரியனவாகக் காட்சி அளித்ததாக அவர் குறிப்பிடுகிறார். கப்பலின் தளப் பகுதியில் செங்கல் கட்டுமானம் மற்றும் பல நங்கூரங்கள் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடித்து குறித்துள்ளார். அக்கப்பலில் கிடைத்த மரத்துண்டுகளை ஆய்வுக்கு எடுத்து வந்ததுடன் கப்பலின் நீள, அகல அளவுகளையும் குறித்தார். இதுபற்றிய விவரங்கள் காணாமல் போய்விட்டன.

இதற்குப் பின் மரபு வழி நீர்மூழ்குநர், தலைக்கவசம் அணிந்து சென்ற நீர் மூழ்குநர் அனைவரும் கப்பலை வெளிக் கொணர்வதில் முயற்சிகள் மேற்கொண்டனர். அன்னசியோ ஃபுஸ்கோனி (Annesio Fusconi) என்னும் நீரியல் அறிஞர் (Hydrologist) மூழ்கிய அக்கப்பலுக்கு அருகில் பெரிய தட்டைப் படகு (Barge) ஒன்றை நிறுவினார். அப்படகிலிருந்து ஹேலிஸ் (Haly's) நீர்மூழ்குமணி என்னும் கருவி எட்டு நபர்கள் உள்ளே இருக்கும்படி அமைக்கப்பட்டு தொங்கவிடப்பட்டது. தட்டைப் படகில் நீர்மூழ்குபவர், ஊர்ப் பெரியவர்கள், ஆய்வாளர்கள் ஆகியோர் தங்கவும் வசதி செய்யப்பட்டிருந்தது. அதிக எண்ணிக்கையிலான கருவிகளைப் பயன்படுத்தியும் முன்னர் பலர் முயற்சித்தது போலவே இவராலும் கப்பலை வெளிக்கொணர முடியவில்லை. சலவைக்கல் உருவங்கள் (Marbles), மொசாய்க் (Mosaics), உலோகத்தூண்கள், ஆணிகள், மரத்துண்டுகள் ஆகியனவற்றை மட்டுமே வெளிக்கொணர முடிந்தது. இவை பின்னர் வாடிகன் அருங்காட்சியகத்தில் காட்சிக்கு வைக்கப்பட்டன.

பின்னர் 1895-ஆம் ஆண்டு பின்லாந்து நாட்டைச் சார்ந்த

ஒரு தொல்லியலார், ரோமானிய அரும்பொருள் விற்பனையாளர் மற்றும் ஒரு நீர்மூழ்குநர் ஆகியோர் உதவியுடன் நேமி ஏரியில் மூழ்கிய கப்பல்களை ஆய்வு செய்தார். வெண்கலத்தாலான சிங்க உருவம் மற்றும் நரியின் தலை உருவம், பளிங்கு கற்கள், மொசாய்க் ஆகியன வெளிக்கொணரப்பட்டன. இவ்விரு கப்பல்களிலிருந்து நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட மரப்பலகைகள் வெளிக்கொணரப்பட்டுப் பின்னர் மேற்பார்வையற்றுச் சிதிலமடைந்தன. அரசு இத்தகைய நடவடிக்கைகளைத் தடுத்து நிறுத்தி அக்கப்பல்களிலிருந்து வெளிக்கொணரப்பட்ட தொல்பொருட்களை அதிக விலைகொடுத்து வாங்க வேண்டியதாயிற்று.

இந்நிலையில் ஏரியிலிருந்து நீரை இறைத்து நீர்மட்டத்தை குறைத்தால் அக்கப்பல்களை ஆய்வு செய்து வெளிக்கொணர இயலும் என்ற திட்டத்தை பேராசிரியர் எமிலியோ க்ளூரியா (Emilio Gluria) என்பார் அறிவுறுத்தினார். ஆயினும் அத்திட்டம் அப்போது ஏற்கப்படவில்லை. முசோலினியின் காலத்தில் இத்தாலிய அரசு அத்திட்டத்தைச் செயல்படுத்த முன்வந்தது.

1928-ஆம் ஆண்டு 70 அடி ஆழம் வரை ஏரி நீர் வெளியில் இறைக்கப்பட்டது. ஒருவருடம் கழித்து ஒரு கப்பலுடைய பகுதி வெளிக்காணப்பட்டது (படம்-11,12). கப்பல்களின் அடிப்பகுதிகளைச் செம்மைப்படுத்தி (திடப் படுத்தி) மரப்பகுதி உரப்படுத்தப்பட்டது. நான்கு வருடங்களுக்குப் பிறகு இருகப்பல்களும் வெளியில் முழுவதுமாகத் தெரிந்தன.

இரு கப்பல்களும் மிகப்பெரிய அளவுடையனவா யிருந்தன. ஒரு கப்பல் 234 அடி நீளமும் 60 அடி அகலமும் உடையதாக இருந்தது. மற்றொரு கப்பல் 237 அடி நீளமும் 28 அடி அகலமும் கொண்டதாக இருந்தது. அக்கப்பல்கள் ஆடம்பரமாக அலங்கரிக்கப்பட்டிருந்தன. முக்கியம் வாய்ந்த மிகப் பெரிய கப்பல் அழகிய அறைகள், தோட்டங்கள், செயற்கை நீரூற்றுகள், பளிங்குகளால் அலங்கரிக்கப்பட்டதும், விலையுயர்ந்ததுமான உலோகங்கள், அரிய மரவகைகளைக் கொண்டு தங்கத்தால் ஆன பொருட்கள் ஆகியனவற்றைக் கொண்டிருந்தன. தளப்பகுதி மொசாய்க் மற்றும் பளிங்குகளால்

தளமிடப்பட்டிருந்தது. ஒரு தளத்தில் வெண்கலம் மற்றும் மொசாய்க் தூண்கள் காணப்பட்டன. சுடுநீர்க்குளியல் வசதி செய்யப்பட்டிருந்தது. கதவுகளுடன் கூடிய அறையும் கட்டப்பட்டிருந்தது. இவற்றை நோக்கும்போது இக்கப்பல்கள் செல்வந்தர்களுக்காக கட்டப்பட்டிருத்தல் வேண்டும் என ஊகிக்க இடமுண்டு. இக்கப்பல்களில் கிடைத்த பொருட்களைக் கொண்டு இவை கலிசுலா அல்லது கிளேடியஸ் (Calizula or Claudius) காலத்தில் கட்டப்பட்டிருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

வாசா (Vasa) அகழாய்வு

17-ஆம் நூற்றாண்டில் ஐரோப்பிய தீபகற்ப நாடுகளை ஸ்வீடனைச் சார்ந்த இரண்டாம் குஸ்தாவ் அதோல்ஃப் (Gustav II Adolf) என்னும் மன்னர் ஆண்டு வந்தார். எனவே, பால்டிக் கடற்பகுதியின் பாதுகாப்பின் காரணம் கருதி நான்கு போர்க் கப்பல்களைக் கட்டுமாறு பணித்தார். அவற்றுள் ஒன்று வாசா என்னும் பெயரிட்ட போர்க் கப்பல் ஆகும்(படம்-13,14,15,16). மன்னருக்குக் கப்பல் கட்டும் நுட்பம் தெரியாதெனினும் 'வாசா' கப்பலின் கட்டுமான அளவை அவரே தீர்மானித்தார். எனவே அவரது ஆணையை மீறி மாற்றங்கள் மேற்கொள்ளக் கப்பல் கட்டும் நுட்பாளருக்குத் துணிவில்லை. இக்கப்பலைக்கட்ட 40 ஏக்கர் நிலப்பரப்பிலிருந்த உறுதி வாய்ந்த ஓக் மரங்கள் வெட்டப்பட்டன. கப்பலின் வளைவுப் பகுதிக்குத் தேவையான மரங்கள் நீராவியில் வளைக்கப்பட்டன. கப்பலின் விலாப்பகுதி மரக்கட்டைகளால் நெருக்கமாகப் பொருத்தப்பட்டன. அதன்மேல் 0.5மீ பருமனுடைய பலகைகள் அடிக்கப்பட்டிருந்தன. பாய்மரம் 57மீ உயரமிருந்தது. கப்பல் செல்லும் திசையைக் கட்டுப்படுத்தும் சுக்கான் 9மீ உயரமிருந்தது. அக்கப்பல் வெண்கலத்தாலான 64 பீரங்கிகளை இரண்டடுக்கில் சுமந்திருந்தது. தனிப் பணிமனையில் மரங்களில் செதுக்கு வேலைகள் செய்யப்பட்டன. இச்செதுக்கு மரச்சிற்பங்கள் கப்பலின் முன்புறத்திலும் அறையடுக்குப் பகுதியிலும் பொருத்தப்பட்டன. கடவுள், பூதங்கள், மன்னர்கள், படைத்தலைவர்கள், வீரர்கள்,

கடற்கன்னி, மிருகங்கள் ஆகியவற்றின் உருவங்கள் செதுக்கப் பட்டிருந்தன. இவ்வுருவங்கள் எதிரிகளைப் பயமுறுத்தவும், மன்னனின் வலிமை, கொடுங்கோன்மை ஆகியனவற்றைக் காட்டுவதாகவும் அமைந்தன. இக்கப்பலுக்குப் பரோக் பாணியில் வண்ணமடிக்கப்பட்டது. இதைக் கட்டிமுடிக்க மூன்றாண்டுகள் ஆனது. இரட்டைப் பாய்மரங்களைக் கொண்டிருந்த இக்கப்பல் 1210 டன் கொள்ளளவு கொண்டிருந்தது.

ஸ்வீடன் நாட்டில் செம்புத்தாது அதிகம் கிடைத்ததால் பீரங்கிகள் வெண்கலத்தால் செய்யப்பட்டன. நான்கு கப்பல்களுக்கும் மொத்தம் 256 பீரங்களைத் தயாரித்தனர். வாசா கப்பலிலிருந்த 64 பீரங்கிகள் 100 டன் எடையுடையதாயிருந்தன. கப்பல் கவிழாமல் சமப்படுத்த இக்கப்பலின் அடிப்பகுதியில் மொத்தம் 120 டன் எடையுள்ள கற்கள் (Ballast) வைக்கப்பட்டிருந்தன. மேலும் பீரங்கி குண்டுகள், வெடிப்பொருட்கள், போர்க்கருவிகள், உணவு சேமிப்பறைகள் போன்றன இருந்தன. கடல் வீரர்கள் மற்றும் கப்பல் பணியாளர்களுடன் அக்கப்பல் 1628-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 10-ஆம் நாள் தனது முதல் பயணத்தை ஸ்டோக்ஹோம் துறைமுகத்தில் துவக்கியது. கப்பல் துறைமுகத்தை விட்டு வெளியேறும்போது தென்மேற்குப் பகுதியிலிருந்து காற்று வீசிக்கொண்டிருந்தது. துறைமுகத்தின் தெற்குப்பகுதி வரை கப்பல் சென்ற பின் பாய்மரம் விரிக்கப்பட்டுத் தனது பயணத்தைத் தொடங்கியது. ஆனால் ஒரு கடல்மைல் தூரத்தைக் கடப்பதற்கு முன்பே ஒரு பெரிய அலையால் கப்பல் சாய்க்கப்பட்டது. அக்கப்பலின் பீரங்கித் துளைகள் வழியாகத் தண்ணீர் புகுந்ததால் கப்பல் திரும்பத் தன் நிலைக்கு வர இயலவில்லை. நீர் வேகமாக உட்புகுந்து குறைந்த நேரத்திலேயே 100 அடி ஆழமுள்ள கடற்பகுதியில் மூழ்கியது.

வாசா கப்பலை வெளிக்கொணரச் சில நாட்களிலேயே முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது. இங்கிலாந்திலிருந்த இயன் புளூமர் (Ian Blumer) என்னும் பொறியாளர் கப்பலின் அடிப்பாகத்தை ஒரு கப்பலின் துணையுடன் இழுக்க முயன்றார். ஆனால் பாய் மரம் சாய்ந்த நிலையில் இருந்ததால் அதை மேலெடுக்க இயலவில்லை. கப்பலைத் தேடும்போது

இழுக்கப்பட்ட கொக்கிகள், வலைகள், மேலிழுக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட பிற யுத்திகள் ஆகியவற்றால் கப்பலில் பொருத்தியிருந்த மரச்சிற்பங்கள் சிதைவுற்றன.

பீரங்கிகளை வெளிக்கொணர்தல்

ஹான்ஸ் ஆல்பிரெஸ் (Hans Albrecht) என்பார் புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட நீர்மூழ்குமணியைப் பற்றி அறிந்திருந்தார். அவர் ஸ்டாக்ஹோம் நகருக்குச் சென்று நீர்மூழ்குமணியின் உதவியுடன் வாசா கப்பலில் உள்ள பீரங்கிகளை வெளிக்கொணரலாம் என்று கூறினார். எனவே 1663-ஆம் ஆண்டு நீர்மூழ்கும் உரிமை அவருக்கு அளிக்கப்பட்டது. பின்னர் ஜேம்ஸ் மௌலது (James Maulde) என்பவர் முதன்முதலில் நீர்மூழ்குமணியில் சென்று இடத்தை ஆய்வு செய்தார். ஆண்டிரியாஸ் பெக்கெல் (Andreas Peckell) என்னும் ஜெர்மானிய நீர்மூழ்குநரின் உதவியுடன் ஹான்ஸ் ஆல்பிரெஸ் பீரங்கிகளை வெளிக்கொணரத் தொடங்கினார். 1664-ஆம் ஆண்டு கப்பலின் மேலடுக்கில் இருந்த அனைத்து பீரங்கிகளும் வெளிக்கொணரப்பட்டன. அடுத்த ஆண்டு மேலும் பல பீரங்கிகள் கீழடுக்கிலிருந்து எடுக்கப்பட்டன, அவை அனைத்தும் நீர்மூழ்குமணியின் உதவியுடனேயே மேற்கொள்ளப்பட்டன. அக்காலத்தில் இச்செயல் வீரம்மிகுந்தாகக் கருதப்பட்டது. பின்னர் அக்கப்பலை வெளிக்கொணரும் முயற்சி கைவிடப்பட்டது.

ஐம்பதுகளில் (1950-59) ஆண்டர்ஸ் ஃபிரான்சன் (Anders Franzen) என்பார் மூழ்கிய கப்பல்களில் கிடைக்கும் புதையல்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சிகளை மேற்கொண்டார். அங்கு வாழ்ந்த மீனவர்கள், கப்பற்பணியாளர்கள் ஆகியோரிடம் தரவுகளைப் பெற்று, இழுவலை மற்றும் ஆழமானி ஆகியவற்றின் உதவியுடன் மூழ்கிய கப்பல்களைத் தேடினார். அப்போது அவர் பல மரக்கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்தார். மாதிரியாக எடுக்கப்பட்ட மரத்துண்டுகளைக் கொண்டு பால்டிக்கடலில் மரங்களைத் துளையிட்டு உண்ணும் டெரெடோஸ் (teredos) என்னும் புழுக்கள் வாழவில்லை என்பதைக் கண்டறிந்தார். மேலும் அவர் வாசா போர் கப்பல் பற்றிய செவிவழிக் கதைகளை அறிந்து அதைக் கண்டுபிடிக்க ஆர்வமுற்றார். ஒரு கப்பல் கலைத்

தொல்லியாலாளரின் ஆர்வத்துடன் பழைய ஸ்வீடன் ஆவணங்களை ஆய்வு செய்து தேடினார்.

அவர் 1956-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதம் மாதிரி எடுக்கும் கருவியில், ஒக் மரத்துண்டு ஒன்றை வெளிக் கொணர்ந்தார். இத்தகவல் உடனடியாக அருகிலிருந்த கடற்படை நீர்மூழ்குப் பள்ளியின் தலைவர் எட்வின்.ஃபால்திங் (Edvin Falting) என்பாருக்குத் தெரிவிக்கப்பட்டது. அவர் நீர்மூழ்கு உடையுடன் கடலுள் சென்று மூழ்கியுள்ளது வாசா கப்பலே என்பதை உறுதி செய்தார்.

1670-ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர் கப்பல் வரைபட மாதிரிகள் உருவாக்கப்படவில்லை. இதன் வரலாற்று முக்கியத்துவம் கருதி உடனடியாக 'வாசாக் குழு' அமைக்கப்பட்டது. அக்கப்பலை வெளிக்கொணர அக்குழு முடிவு செய்து வெளிக்கொணர்ந்தது. அக்கப்பல் வெளிக்கொணரப்பட்ட பின்னரே 17-ஆம் நூற்றாண்டின் கப்பற் கட்டுமான தொழில்நுட்பம் குறித்து நன்கு அறிய முடிந்தது.

வாசா கப்பலை வெளிக்கொணர்தல்

முதன் முதலில் வாசா கப்பலைச் சுற்றி சிதறிக் கிடந்த தொல்பொருட்கள் வெளியெடுக்கப்பட்டு எண்ணிடப்பட்டுப் பதிவு செய்யப்பட்டன. தொட்டிகள், மரப்பெட்டிகள் ஆகியவற்றில் நீர் நிரப்பி பொருட்கள் சுத்தம் செய்யப்பட்டு உள்ளே வைக்கப்பட்டன.

ஐந்து கடற்படை நீர்மூழ்குநர்கள் வாசா கப்பலின் அடிப்பாகத்திற்குக்கீழ், தரையில் துளைகளை ஏற்படுத்தினர். ஆறு துளைகள் இடப்பட்டு உறுதியான இரும்புக் கயிறுகள் அத்துளைகள் வழி செலுத்தப்பட்டன. அக்கயிறுகளின் முனைகள் கடல் மேலிருந்த இரு மிதவைகளில் கட்டப்பட்டு மேலிழுக்கப்பட்டது. கப்பல் தரையிலிருந்து சற்று மேலே வந்தபின் மிதவைகள் ஆழமற்ற அலைகளற்ற கடல்பகுதிக்கு இழுத்துச் செல்லப்பட்டு கடல்தரையில் வாசா இறக்கப்பட்டது. மேலும் சற்று ஆழம் குறைந்த பகுதிக்கு அது கொண்டு வரப்பட்டது. அக்கப்பல் முழுவதுமாக வெளிக்கொணரும் முன்னர் கடலிலேயே பழுது பார்க்கப்பட்டது.

கப்பலில் இருந்த துளைகளை அடைக்க ஆயிரக்கணக்கான ஒக் மரஆப்புகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. பீரங்கித் துளைகள் மரப்பலகைகளால் அடைக்கப்பட்டன. துளைகள் அனைத்தும் அடைக்கப்பட்டு இயந்திரங்கள் உதவியுடன் அதனுள் இருந்த கடல்நீர் வெளியேற்றப்பட்டது. மீண்டும் அடைக்கப்படாமல் விடுபட்ட துளைகள் அடைக்கப்பட்டன. கப்பலின் உள்ளிருந்த நீர் வெளியேறியதால் கப்பல் மிதக்கத் தொடங்கியது. கடலில் மூழ்கி 333 வருடங்கள் கழித்து 1961-ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் 24-ஆம் நாள் காலை சரியாக 9.03 மணியளவில் வாசா கப்பலின் பகுதி கடலுக்கு மேலே தெரிய ஆரம்பித்தது. கடலில் மேல் மிதந்த வாசா கப்பலில் இருந்து தொடர்ந்து நீர் இறைக்கப்பட்டது. இரு வாரங்களில் கப்பலில் இருந்த பிற துளைகள் யாவும் அடைக்கப்பட்டன. கடலில் மூழ்கியிருந்த வாசா கப்பல் சிதைவுறாமல் நல்ல நிலையில் இருந்ததனால் அதை வெளிக்கொணர்வது மிகவும் எளிதானது.

1961-ஆம் ஆண்டு ஜீன் மாதம் 17-ஆம் நாள் அது கரைக்கருகில் கொண்டு வரப்பட்டுப் பேணுதலுக்கான நடவடிக்கை எடுக்கப்பட்டது. தற்பொழுது அது பொதுமக்களின் பார்வைக்காக வைக்கப்பட்டுள்ளது.

வாசா கப்பல் சிதைவுறாமைக்கான காரணங்கள்

1. கப்பல் கட்டப்பட்டு கடலில் செலுத்தியவுடனேயே கடலில் மூழ்கியதால் அதன் பாகங்கள் அதிகப்படியாக சிதைவுறவில்லை.
2. பால்டிக் கடல் நீரில் உப்பு 0.4 விழுக்காடு ,மட்டுமே உள்ளது. எனவே மரத்தைத் துளையிட்டு உண்ணும் புழுக்கள் வாழும் சூழ்நிலை சாத்தியம் இல்லை. ஆகையால் மரப்பகுதிகள் நன்கு பாதுகாக்கப்பட்டன.
3. வாசா கப்பல் மூழ்கிய கடற்பகுதியில் உள்ள நீரில் ஆக்ஸிஜன் இல்லாத காரணத்தால் பாக்டீரியாக்கள் இல்லை. எனவே வாசா கப்பலின் மரத்துண்டுகள் சிதைக்கப் படவில்லை.

4. பனிப்பாறையோ, கடல் நீரோட்டமோ வாசா கப்பலைச் சிதைக்கவில்லை.
5. வாசா கப்பல் புதைந்த இடத்தின் வெப்பநிலை 1லிருந்து 5 டிகிரி சென்டிகிரேடு வரைதான் இருக்கும். எனவே கப்பல் சிதைவுறாமல் காக்கப்பட்டது.
6. ஓக் மரத்தாலான கப்பலின் பாகங்கள் உயர்தர இரும்பு ஆணிகளால் இணைக்கப்பட்டிருந்தன. எனவே அவை துருப்பிடித்துச் சிதைவடையவில்லை.

தொல்பொருட்கள்

வாசா கப்பல் அகழாய்வில் நங்கூரங்கள், மதுவுடன் கூடிய பீப்பாய்கள், செதுக்குச் சிற்பங்கள் (தலை, மிருகங்கள்) போன்ற தொல்பொருட்களும் பிறபொருட்களும் வெளிக்கொணரப்பட்டன.

ஆய்வாளர்கள்

பாதுகாக்கும் மையத்தில் வல்லுநர்கள் கடலின் மேல் வருமுன்னரே பேணத் தேவையான அனைத்துத் தொழில் நுட்பத்தையும் ஆய்ந்தனர். இதைப் பாதுகாக்கத் தேவையான அனைத்து ஆலோசனைகளும் பெறப்பட்டு பேணும் முறைகள் தெரிவு செய்யப்பட்டன.

மேரி ரோஸ் (Mary Rose) அகழாய்வு

மேரி ரோஸ் என்பது 16-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த இங்கிலாந்து நாட்டின் போர்க் கப்பலாகும் (படம்-17,18,19,20). இங்கிலாந்து மன்னன் எட்டாம் ஹென்றி தனது கடற்படைக்காக 1509-1511-ஆம் ஆண்டில் இக்கப்பலைக் கட்டிமுடித்தான். தனது கடைசித் தங்கையின் பெயரை இக்கப்பலுக்குச் சூட்டினான். 1545-ஆம் ஆண்டு நடந்த கடற்போரில் இது கடலில் மூழ்கியது. இங்கிலாந்து அரசு இதைக் கண்டுபிடித்து அகழாய்வு செய்து கப்பலைச் செப்பமிட்டு, பாதுகாத்து தற்போது அதற்கென தனி அருங்காட்சியகத்தை நிறுவி காட்சிப்படுத்தியுள்ளது. 16-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த போர்க் கப்பல்களில் மேரிரோஸ் கப்பல்

மட்டுமே காட்சிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது என்பது குறிப்பிடத் தகுந்தது.

மேரிரோஸ் கப்பலின் அமைப்பு

இக்கப்பலின் அடிப்பகுதி 32 மீட்டர் நீளமும் 11.66 மீட்டர் அகலமும் கொண்டது. கப்பல் அடிப்பகுதி நீர்மட்டத்திலிருந்து 4.6 மீட்டர் ஆழம் கொண்டது இதன் உயரம் 13 மீட்டர் ஆகும். 1512-ஆம் ஆண்டு இது கடலில் மிதந்தபோது இதன் கொள்ளளவு 500 டன்களாக இருந்தது. 1527-28-ஆம் ஆண்டில் ஒரு முறை சீர் செய்யப்பட்டது. 1536-ஆம் ஆண்டு மீண்டும் செப்பனிடப்பட்டு அதன் கொள்ளளவு 700 டன்களாக மேம்படுத்தப்பட்டது. இக்கப்பலின் விலாப்பகுதிகள் மரச்சட்டங்களால் அமைக்கப்பெற்று வெளியில் பலகைகள் கொண்டு மூடப்பட்டது. அடிப்பகுதி எல்ம்(elm) மரத்தாலும், ஓக்(oak) மரத்தாலும் ஆனது. இக்கப்பலில் மூன்றடுக்குகள் இருந்தன. மூன்றாம் அடுக்கில் பீரங்கிகள் கப்பலின் நீள் அச்சிற்கு குறுக்காக வைக்கபட்டிருந்தன பீரங்கிகள் சுடுவதற்கு ஏற்றாற்போல் கப்பலின் பக்கவாட்டில் திறந்து மூடும் வசதியுடன் துளைகள் அமைக்கப்பட்டிருந்தன. உலகிலேயே கப்பலின் பக்கவாட்டில் பீரங்கிகளை அமைத்துப் பயன்படுத்திய முதல் போர்க் கப்பல் இதுவேயாகும். ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் 7 பீரங்கிகள் வீதம் கப்பலின் இரு பக்கங்களிலும் மொத்தம் 14 பீரங்கிகள் வைக்கப்பட்டிருந்தன. இக்கப்பலைச் செலுத்த இரண்டு பாய்மரங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

கப்பல் மூழ்கிய விதம்

மேரி ரோஸ் போர்க் கப்பல் 34 ஆண்டுகள் கடல்போரில் ஈடுபட்டு பல வெற்றிகள் கண்டது. 1545-ஆம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் 19-ஆம் நாள் பிரான்சுக் கடற்படையால் ‘சோலன்ட்’ (Solent) கடலில் மூழ்கடிக்கப்பட்டது. பிரஞ்சுக் கப்பல்களின் பீரங்கிக் குண்டுகள் சேதப்படுத்தியதால் நீர் உட்புகுந்து கப்பலின் ஒரு பகுதி சாய்ந்தது. அப்பகுதியில் உள்ள பீரங்கித் துளைகள் வழியாக மேலும் கடல் நீர் உட்புகுந்து 500 கடல் படை வீரர்களுடன் கடலில் மூழ்கியது. காலப்போக்கில்

கப்பலின் பெரும்பாலான பகுதிகள் தொடர்ச்சியான வண்டல் படிவுகளால் மூடப்பட்டன.

மேரிரோஸ் கப்பல் கண்டுபிடிப்பு

1965-ஆம் ஆண்டு ஆங்கிலேயக் கடல்சார் குழுமம் (British Sub-Aqua Club) 'சோலன்ட்' கடலில் மூழ்கிய கப்பல்கள் பற்றிய ஆய்வைத் தொடங்கியது. ஆனால் அக்குழுமத்தின் மரபுசார் தேடுதல்முறை பயனற்றதாக இருந்தது. பின்னர் எட்கர்டன் என்னும் கடலியல் அறிஞர் உதவியுடன் அக்காலத்தில் புதியதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பக்கவரைபடமானி (Sidescan Sonar) கருவியைக் கொண்டு மூழ்கிய கப்பல்கள் தேடப்பட்டன. 1967,68-ஆம் ஆண்டுகளில் நிகழ்த்திய ஆய்வில் கப்பல் போன்ற ஓர் உருவம் பக்க வரைபடமானியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆவணங்கள் மூலமாகத் திரட்டப்பட்ட செய்திகளின் அடிப்படையில் இப்பகுதியில் மூழ்கிய கப்பல் மேரிரோஸ் கப்பலாக இருக்கலாமென்று அலெக்ஸாண்டர் மெக்கே (Alexander Mckee) என்னும் தொல்லியல் அறிஞர் நம்பினார். 1967-ஆம் ஆண்டில் மேரிரோஸ் குழுமம் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. அவர்கள் சிறிய படகுகளில் மேரிரோஸ் கப்பலின் பாகங்களைக் காண விளைந்தனர். 1968-71-ஆம் ஆண்டுகளில் முதலில் நீர்மூழ்கு கருவிகள் உதவியுடன் அப்பகுதியில் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. அப்போது சில மரத்துண்டுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வெளிக்கொணரப்பட்டன. கடல்தரைக்கு மேல் துருத்திக்கொண்டிருந்த பகுதிகளில் நீர்பீச்சுவான்கள் (water jets) கொண்டு மண் அகழப்பட்டது. கப்பலின் பகுதிகள் சில மரத்துண்டுகளாக வெளிப்பட்டன. மேலும் ஓர் இரும்புத் துப்பாக்கி மேலெடுக்கப்பட்டது. திறந்த வெளியில் அப்பொருள் வைக்கப்பட்டதால் காலப்போக்கில் அது சிதைவுறத் தொடங்கியது. எனவே போர்ட்மவுத் அருங்காட்சியகத்திற்கு பாதுகாப்பிற்காக அனுப்பப்பட்டது. 1971-ஆம் ஆண்டு பெர்ஸி ஆக்லேண்ட் என்பார் மேரிரோஸ் கப்பலின் விலாவாகப் பயன்படுத்திய மூன்று மரச்சட்டங்களைக் கண்டுபிடித்தார். அதன் பின்பு அலெக்ஸாண்டர் மெக்கே அவர்களே மூழ்கி ஆய்வு செய்ததில் அவை மேரிரோஸ் கப்பலின் பாகங்கள்தான் என்பதை உறுதி செய்தார்.

அகழாய்வு

1979-ஆம் ஆண்டு இளவரசர் சார்லஸ் தலைமையில் மேரிரோஸ் டிரஸ்ட் உருவாக்கப்பட்டது. மார்கரெட் ரூல் (Margaret Rule) என்னும் பெண்மணி அகழாய்வு இயக்குநராகப் பணியாற்றினார். ஸ்லெய்ப்னெர் (Sleipner) என்னும் பெயர் கொண்ட அகழாய்வுக் கப்பல் மேரிரோஸ் மூழ்கிய இடத்தில் நங்கூரமிட்டு நிறுத்தப்பட்டது. இக்கப்பல் கடலில் அளவீடு செய்து வரைபடம் தயாரிக்கவும் ஆய்வாளர்கள் மற்றும் நீர்மூழ்குநர்கள் தங்கியிருந்து ஆய்வு செய்யவும் மிகவும் பயனுடையதாக இருந்தது. தொல்லியலாளர்கள், நீர்மூழ்குநர்கள், நிர்வாக அலுவலர்கள், தொல்பொருளைப் பேணும் அறிஞர்கள், நிதி திரட்டுவோர் என அனைவரும் முழு வீச்சில் பணிபுரிந்தனர். உலகின் பல இடங்களிலிருந்தும் நீர்மூழ்குநர் வந்திருந்து உதவிசெய்தனர்.

சுரண்டிகள் மற்றும் காற்றுத்தூக்கிகள் (airlifts) உதவியுடன் நீர்மூழ்குநர்கள் கப்பலின் மேலிருந்த வண்டலை அகற்றி அதன் மிருதுவான பகுதிகளைக் கவனமாக வெளிப்படுத்தினர். பின்னர் கப்பலுடைய அனைத்துப் பாகங்களும் தகுந்த முறைகளில் அளவிடப்பட்டுப் பதிவு செய்யப்பட்டு வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. தொல்பொருட்கள் மேலே கொணரப்பட்டன. அவை கப்பலின் ஆய்வகத்தில் சுத்தம் செய்யப்பட்டு மீண்டும் பதிவு செய்யப்பட்டு நிலப்பகுதிக்கு அனுப்பப்பட்டன. இவ்வகழ்வாய்வு 1979-ஆம் ஆண்டிலிருந்து 1982-ஆம் ஆண்டு வரை நிகழ்த்தப்பட்டது. ஆய்வில் 20571 தொல்பொருட்களும், 2895 மரத்துண்டுகளும் வெளிக்கொணரப்பட்டன.

கப்பலைப் பதிவு செய்தல்

கடலில் இக்கப்பல் பற்றிய விவரங்கள் நீரடி அளவீட்டுக் கருவிகள், பலவித நிழற்படக் கருவிகள், வரைபடங்கள், நீர்மூழ்குநர் எழுதிய குறிப்புகள் போன்றவற்றின் மூலம் பதிவு செய்யப்பட்டன.

1976-ஆம் ஆண்டிலும் 1979-ஆம் ஆண்டிலும், நீரடிஒலி

தூரமானியின் (Acoustic Ranger) உதவியுடன் மிகத் துல்லியமாக அளவீடு செய்யப்பட்டது. எதிர்கால ஆய்விற்குப் பயன்படும் வகையில் அளவீட்டுப் புள்ளிகள் கடலடியில் தரையில் பொருத்தப்பட்டன. இப்புள்ளிகளில் இரும்புக் கம்புகள் நடப்பட்டன. கப்பலின் ஒவ்வொரு பாகமும் அளவீடு செய்யப்பட்டுத் தளப்படங்கள், குறுக்குவெட்டுத் தோற்றப் படங்கள் ஆகியன தயாரிக்கப்பட்டன. நீரின் தெளிவின்மை, வேகமான நீரோட்டம், குளிர், கயிறுகள் சிக்கலுறுதல், கப்பலின் அதிக எண்ணிக்கையிலான பாகங்கள் போன்ற இன்னல்களுக்கிடையேயும் மிக நேர்த்தியாக அளவீடு செய்யப்பட்டது. கப்பலின் வரைபடங்கள் மட்டுமல்லாது மரச்சட்டங்களின் இணைப்புகள், பயன்படுத்திய ஆணிகள் ஆகியவை தெளிவாக அளவீடு செய்யப்பட்டு வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. கப்பலை மேலே கொண்டு வருமுன்னர் கப்பல் உட்பகுதியிலிருந்து மரத்துண்டுகள் ஒவ்வொன்றும் தெளிவாக எண்ணிடப்பட்டு மேலே கொணரப்பட்டன.

கப்பலை வெளிக்கொணர்தல்

கப்பலின் அடிப்பகுதியை வெளிக்கொணர தொட்டி வடிவிலான பளுதூக்கி ஒன்று தயாரிக்கப்பட்டது. கப்பல் தரையின் அடியில் மண் சிறிதளவு அகற்றப்பட்டது. கப்பலின் பாகங்கள் கயிறுகளால் கட்டப்பட்டு அக்கயிறுகளின் உதவியுடன் கப்பலின் அடிப்பகுதி மேலே சற்றே தூக்கப்பட்டது. அடிப்பகுதியில் ஏற்படுத்தப்பட்ட இடைவெளியில் தூக்குத் தொட்டில் (Lifting-cradle) நுழைக்கப்பட்டு தூக்குத்தொட்டியின் மேல் கப்பல் வைக்கப்பட்டது. பின்னர் தூக்குத்தொட்டில் பெரிய இயந்திரத் தூக்கிகளின் உதவியுடன் மேலே தூக்கப்பட்டுக் கரைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டது.

அருங்காட்சியகப்படுத்துதல் மற்றும் பேணுதல்

கடல்நீரில் ஐந்து நூற்றாண்டுகளாக மூழ்கியிருந்த கப்பல் கடலிலிருந்து வெளிக்கொணரப்பட்டுப் போர்ட்மவுத் கடற்படைத் தளத்திற்குக் கொண்டுவரப்பட்டது. கப்பல் பாலிதீன், செயற்கை மென்பஞ்சு போன்ற பொருட்களினால்

மூடப்பட்டு அதன் பாகங்கள் ஈரப்பதத்துடன் இருக்குமாறு நீர் தெளிக்கப்பட்டது.

பின்னர் தூக்குதொட்டியின் மேல்சட்டங்கள் ஒவ்வொன்றாகப் பிரிக்கப்பட்டன. சிறிய வகைக் கப்பலின் உதவியுடன் வாசா கப்பல் நகர்த்தப்பட்டது. 1982 டிசம்பர் 8-ஆம் தேதி அது தரைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டது. அருகிலேயே மிகப்பெரிய அருங்காட்சியகம் கட்டத் தொடங்கப்பட்டு 1983-ஆம் ஆண்டு முடிக்கப்பட்டது. அருங்காட்சியகத்தின் கூரை எடைகுறைந்த அலுமினியத் தகடுகளால் வேயப்பட்டது. இத்தகடுகள் வெளிப்புற வெப்பம், குளிர் உட்புகாவண்ணம் அமைக்கப்பட்டது.

ஈரப்பதம் குறையாமலிருக்க புதிய நீர்த்தெளிப்பான்கள் அமைக்கப்பட்டு 5 டிகிரிக்கும் குறைவான வெப்பம் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டது. இது மரத்துண்டுகள் காய்ந்து சிதைந்து போகாமல் இருக்கவும், மரத்தைத் துளைக்கும் பூஞ்சை, பேக்டிரியா ஆகியன மரத்துண்டுகளைத் தாக்காத வண்ணமும் அமைக்கப்பட்டதாகும்.

கப்பலைச்சுற்றிப் பார்வையாளர்கள் மேடையும் அமைக்கப்பட்டது. கப்பலின் தளங்கள் சிதைந்து உறுதி குறைந்த நிலையில் இருந்ததால் டைட்டானியம் உலோகத்திலான தாங்கு கம்புகள் நடப்பட்டன.

கப்பலின் மேற்புறத்தில் ஒட்டிய மண் எடுக்கப்பட்டு மீண்டும் கப்பலின் பாகங்கள் அளவீடு செய்யப்பட்டு வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. அகழாய்வின் போது பிரித்தெடுக்கப்பட்ட மரத்துண்டுகள் மீண்டும் பொருத்தப்பட்டன. உடைந்து சிதைந்த பகுதிகளில் டைட்டானியத்திலான பாகங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுப் பொருத்தப்பட்டன. 1994-ஆம் ஆண்டு கப்பலைப் பேண பாலிதீன் கிளைகோல் (polythene glycol) என்னும் வேதியியல்பொருள் பூசப்பட்டு நீர்த்தெளிப்பான்கள் அகற்றப்பட்டன. தற்பொழுது இவ்வருங்காட்சியகம் பார்வையாளர்களுக்கு திறந்துவிடப்பட்டுள்ளது.

தொல்பொருட்கள்

கடலகழாய்வின் போது இக்கப்பலிலிருந்து 20,000க்கும் மேற்பட்டத் தொல்பொருட்கள் கண்டெடுக்கப்பட்டன. அனைத்துப் பொருட்களும் சுத்தம் செய்யப்பட்டு, பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. பாதுகாக்கும் வல்லுநர்களால் ஒவ்வொரு பொருளும் ஆய்வு செய்யப்பட்டு அவை சிதைந்து போகா வண்ணம் பேணப்படுகின்றன. மேரிரோஸ் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கட்டடத்திற்கு அருகேயே இருந்த ஒரு கட்டடத்தில் 1000க்கும் மேற்பட்ட பொருட்கள் காட்சிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கீழ்க்கண்டவை மேரிரோஸ் கப்பலிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட முக்கியமான தொல்பொருட்கள் ஆகும்.

1. பீரங்கிகள்
2. குத்தீட்டிகள் -137
3. அம்புகள் -3500
4. தடுப்புறைகள்
5. பீரங்கி, துப்பாக்கி ரவைகள்
6. குறுவாள்கள்
7. வாள்கள்
8. நாணயங்கள்
9. புத்தகத்தின் அட்டை முகப்பு
10. துணியாலான தொப்பிகள்
11. உணவுக்கலன்கள்

மேரிரோஸ் கப்பல் அகழாய்வு என்பது கடலகழாய்வு வரலாற்றில் கீழ்வரும் காரணங்களால் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

16-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த அருங்காட்சியகத்திலுள்ள கப்பல் இது ஒன்றேயாகும். இதற்கு முன்னர் ஸ்வீடன் நாட்டின் வாசா என்ற போர்க் கப்பல் அகழாய்வு செய்யப்பட்டிருப்பினும், அது மூழ்கிய பால்டிக் கடலின் வேதியியல் தன்மை முழுமையாக அக்கப்பல் இருக்க உதவியது, அதோடல்லாமல் வாசா கப்பல்

தனது முதல் பயணத்திலேயே கடலில் மூழ்கியதால் அதன் பாகங்கள் சிதைவுறவில்லை. ஆனால் மேரிரோஸ் கப்பல் சுமார் 30 ஆண்டுகள் கடுமையாகப் பயன்பட்ட பின்னரே கடலில் மூழ்கடிக்கப்பட்டது. அது மூழ்கிய கடல்பகுதி அதன் பாகங்களைச் சிதைத்துவிடும் தன்மையைக் கொண்டது. ஆனால் வண்டல் மண்ணால் மேரிரோஸ் கப்பல் மூடப்பட்டதால் அதன் பெரும்பகுதி காக்கப்பட்டது.

வாசா கப்பல் முதல் பயணத்திலேயே மூழ்கியதால் கடற்போரில் அதன் பங்கு மற்றும் கடல் போர் நுட்பம் ஆகியன குறித்த சான்றுகள் குறைவாகவே கிடைத்தது. ஆனால் மேரிரோஸ் கப்பல் பல ஆண்டுகள் கடற்போரில் ஈடுபட்டிருந்த காரணத்தால் அக்கால கப்பல் தொழில்நுட்பம், கடற்போர் நுட்ப வளர்ச்சி ஆகியன பற்றி நன்கறிந்து கொள்ள முடிகின்றது.

டைட்டானிக் (Titanic)

19-ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பக் காலங்களில் அமெரிக்காவிற்கும், இங்கிலாந்திற்கும் இடையேயான கப்பல் போக்குவரத்தில் கடும் போட்டி நிலவியது. அந் நாடுகளின் கப்பல் போக்குவரத்து நிறுவனங்களில் தலைசிறந்தவை ஒயிட் ஸ்டார் (White Star) மற்றும் கூநார்த் (Cunard) என்ற இரு கப்பல் நிறுவனங்கள் ஆகும். இவ்விரண்டு நிறுவனங்களுக்கும் இடையே ஏற்பட்ட போட்டியில் ஐரோப்பாவிலிருந்து அமெரிக்கா செல்லக் கப்பல் கட்டணங்கள் மிகவும் குறைந்தன. பயணச் செலவைக் குறைக்கவும், அதிக பயணிகளைக் கொண்டு செல்லவும் கூநார்த் நிறுவனம் பிரிட்டிஷ் அரசிடம் கடன்பெற்று லூசிதானியா (Lusitania) மற்றும் மெருதானியா (Mauretania) என்ற இரு கப்பல்களைக் கட்டியது. இது அக்காலத்தில் கப்பல் தொழில்நுட்பச் சாதனையாகக் கருதப்பட்டது. இதனால் கப்பல் கட்டணங்கள் மிகவும் குறைக்கப்பட்டன. எனவே போட்டி நிறுவனமான ஒயிட்ஸ்டார் நிறுவனம் ஒலிம்பிக் (Olympic), டைட்டானிக் (Titanic) மற்றும் பிரிட்டானிக்கா (Britanica) என்னும் உயர்தர சொகுசுக் கப்பல்களைக் கட்ட முடிவு செய்தது. அயர்லாந்திலுள்ள பெல்ஃபாஸ்ட் (Belfast) துறைமுகத்தில்

ஹார்லாண்ட் ஊல்ஃப் (Harland & Wolf) என்னும் நிறுவனம் இக்கப்பல்களைக் கட்டியது. இதன்படி ஒலிம்பிக் கப்பல் முதன்முதலில் கட்டப்பட்டு 1911-ஆம் ஆண்டு கடலில் மிதந்தது. பின்னர் டைட்டானிக் கப்பல் கட்டப்பட்டது (படம்-21,22,23,24).

டைட்டானிக் கப்பலின் வரவு 'மூழ்கடிக்கமுடியாத கப்பல்' (Unsinkable) என்ற தலைப்புடன் விளம்பரப் படுத்தப்பட்டது. இக்கப்பல் 16 அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு அறையும் நீர் புகமுடியாத அடைப்புகள் கொண்டதாக அமைக்கப்பட்டது. ஏதேனும் ஒரு அறையில் நீர் புகுந்தால் அவ்வறையின் கதவுகள் தானாக அடைக்கப்பட்டு பிற அறைகளில் நீர் புகாது தடுக்கப்படும். எனவே கப்பல் கடலில் மூழ்காது என்ற அறிவிப்புடன் விளம்பரப்படுத்தப்பட்டது.

இதன் நீளம் 882.5 அடி
அகலம் 92.5 அடி
உயரம் 59.5 அடி
மொத்தக் கொள்ளளவு 46.329 டன்கள்
எடைக் கொள்ளளவு 24.900 டன்கள்

1909-ஆம் ஆண்டு இக்கப்பல் கட்டுமானப் பணிகள் தொடங்கப்பட்டு 1911-ஆம் ஆண்டு கட்டி முடிக்கப்பட்டது. இரட்டை கனமுள்ள (Double bottom hull) அடிப்பகுதியை இக்கப்பல் கொண்டிருந்தது. இதனுடைய நங்கூரங்கள் மட்டுமே 31 டன் எடையைக் கொண்டிருந்தன. நான்கு பெரிய புகைபோக்கிகளையும் இது கொண்டிருந்தது. இது கடலில் விடப்பட்ட போது 22 டன் கிரீஸ் பயன்படுத்தப்பட்டதாம்.

இரு நகரங்களின் பல மாதங்களுக்கான உணவுத் தேவையைச் சமாளிக்கும் அளவுள்ள உணவுப்பொருட்கள் அக்கப்பலில் வைக்கப்பட்டிருந்தன. அக்காலத்திருந்த மிகப்பெரிய சொகுசுக் கப்பல் இதுவேயாகும். இதன் உருவ அமைப்பு உலகிலிருந்த பெரும் கட்டடங்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பேசப்பட்டது. அக்காலத்தில் வட அட்லாண்டிக் கடலில் மிதந்த கப்பல்களிலேயே இது மிகப்பெரியதாகும். இக்கப்பலில்

ஸ்குவாஸ் (Squash)விளையாட்டு மைதானம், துருக்கி நாட்டுக் குளியலறை, உடற்பயிற்சிக்கூடம், நீச்சல்குளம், பாரிஸ்நகர காப்பிக்கடை, நூலகங்கள், நான்கு மின்தூக்கிகள் (Lifts) மற்றும் பிற நவீன வசதிகளுடன் டைட்டானிக் கட்டப்பட்டது.

உயர்வகுப்புப் பயணிகளுக்கான சிறப்பு வசதிகளுடன் கூடிய அறைகள் மற்றும் உணவகங்கள் மிகுந்த கலையழகுடன் இருந்தன. அழகிய விலையுயர்ந்த சீனக் களிமண்ணாலான தட்டுகள், கண்ணாடிப் பாத்திரங்கள் ஆகியன பயன்படுத்தப்பட்டன.

1912-ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் 10-ஆம் நாள் அது சௌத்தாம்டன் (Southampton) துறைமுகத்திலிருந்து அமெரிக்கா செல்லத் தயாரானது. டைட்டானிக் கப்பல் புறப்படும் முன்பே பல இடர்ப்பாடுகள் ஏற்பட்டன. அச்சமயம் சுரங்கத் தொழிலாளர்களின் வேலைநிறுத்தத்தினால் கப்பலுக்குப் போதுமான நிலக்கரி இல்லாமல் போனது. பிற கப்பல்களுக்கு வழங்கப்பட வேண்டிய நிலக்கரியும் இக்கப்பலுக்குக் கொடுக்கப்பட்டது. நிலக்கரி ஏற்றும்போது படிந்த புழுதியால் கப்பலின் மேல்பாகம் முழுவதையும் துடைக்கவேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது. இக்கப்பலின் தலைமை மாலுமியாக நிறைந்த அனுபவம் வாய்ந்த எட்வர்ட் என்பவர் இருந்தார். இக்கப்பலில் உள்ள 4 இயந்திரங்கள் மொத்தம் 50 ஆயிரம் குதிரை சக்திகளுக்கு இணையானதாக இருந்தன. எனவே இக்கப்பல் துறைமுகத்தைவிட்டு வெளியேறும் போது கப்பலின் எந்திர விசிறியின் (propeller) இழுவிசையால் துறைமுகத்தில் கட்டப்பட்டு இருந்த வேறு ஒரு கப்பலின் இரும்புக் கம்பிகள் அறுக்கப்பட்டு டைட்டானிக் கப்பலின் பின்புறத்தை நோக்கி வேகமாக இழுக்கப்பட்டது. இதை அறிந்த மாலுமி கேப்டன் எட்வர்ட் உடனடியாக எந்திரங்களை நிறுத்த ஆணையிட்டார். அக்கப்பல் டைட்டானிக் மீது மோதி விபத்து நேரா வண்ணம் காக்கும் ரப்பர் வலைகள் உடனடியாகத் தொங்கவிடப்பட்டன. கேப்டன் எட்வர்டின் திறமையால் அவ்விபத்து நிகழாவண்ணம் தடுக்கப்பட்டது. பின்னர் தாமதமாகக் கிளம்பிய கப்பல் பிரான்ஸ் நாட்டுத் துறைமுகமான செபூஸ் (Cher Bourg) நோக்கித் தனது முதல் பயணத்தைத் தொடங்கியது. மாலை

6.30 மணியளவில் அத்துறைமுகத்தை அடைந்து அங்குள்ள பயணிகளை ஏற்றிய பின் அயர்லாந்துத் துறைமுகமான குயின்ஸ்டவுன் நோக்கிப் பயணித்தது. ஏப்ரல் 11-ஆம் நாள் அத்துறைமுகத்தை அடைந்து பயணிகளை ஏற்றிய பின்னர் நியூயார்க் துறைமுகத்தை நோக்கி தனது முதல் நீண்ட பயணத்தைத் தொடர்ந்தது. அப்போது கப்பலில் 2200 பயணிகள் இருந்தனர். முதலில் நியூபவுண்ட்லேண்ட் துறைமுகத்தை நோக்கி வடக்கு அட்லாண்டிக் கடலில் செல்வதே அதன் இலக்காக இருந்தது.

பெருங்கடல்களில் கப்பல்கள் கண்டம் விட்டுக் கண்டம் செல்லும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட வழியில் அனைத்துக் கப்பல்களும் செல்லும். ஏனெனில் ஏதேனும் விபத்து ஏற்பட்டால் பிற கப்பல்கள் பயணிகளைக் காப்பாற்ற இயலும். பெருங்கடலில் கப்பல்கள் தன்னிச்சையான வழிகளில் சென்றால் ஆபத்துக் காலங்களில் பயணிகளைக் காப்பாற்ற இயலாது.

ஐரோப்பாவிலிருந்து அமெரிக்கா செல்ல இரு வழிகள் உண்டு. குளிர்காலங்களில் ஒரு வழியிலும் கோடைக்காலங்களில் ஒரு வழியிலும் கப்பல்கள் செல்லும். ஆகஸ்ட் முதல் டிசம்பர் மாதம் வரை பின்பற்றப்படும் வடக்கு வழி ஜனவரி-ஜூலை மாதங்களில் பினபற்றப்படும் தெற்கு வழியைவிட 200 மைல்கள் தூரம் குறைவு. குயின்ஸ்டவுன் நகரை விட்டுப் புறப்பட்டு ஆழ்கடலில் பயணம் செய்த கப்பலில் பயணியரின் வாழ்க்கை மிகவும் சொகுசாகவே அமைந்திருந்தது. 1911-12-ஆம் ஆண்டில் குளிர்காலத்தில் குளிர் மிகக் குறைவாகவே இருந்ததால் வடதுருவக் கடல் பகுதியில் பனிப்பாறைகள் கடலில் மிதந்து தெற்கு நோக்கி நகர்ந்து வந்தன. இப்பனிப்பாறைகள் கப்பலுக்கு மிகவும் ஆபத்து விளைவிப்பன. எனவே அப்பகுதியில் செல்லும் கப்பல்கள் எங்கு பனிப்பாறையைப் பார்த்தாலும் பிற கப்பல்களுக்கு வானொலி மூலம் தெரிவிப்பது மரபு. டைட்டானிக் கப்பல் மிகப் பெரியது என்பதால் பனிப்பாறைகளைப் பற்றிய பிற கப்பல்களின் எச்சரிக்கைகள் முக்கிய அபாயமாக கவனத்தில் கொள்ளப்படவில்லை.

ஏப்ரல் 14-ஆம் நாள் ஞாயிற்றுக்கிழமையன்று அலை,

காற்று ஆகியன வீசாது கடல் சலனமற்று தெளிவாகவும் அழகுடனும் விளங்கியது. கப்பல்களில் நீண்ட பயணம் செய்யும்போது வாரத்தில் ஒரு நாள் படகில் தப்பிக்கும் ஒத்திகை நிகழ்ச்சி (Boat Drill) நடைபெறும். அதாவது ஆபத்துக் காலங்களில் உயிர்காக்கும் படகுகளில் ஏறும்போது அடித்துக்கொண்டு ஏற முற்பட்டு விபத்து நடவாமல் இருக்கவும், ஒருவர் எப்படகில் ஏறுவது என்று அறியாத குழப்பத்தில் விபத்து ஏற்படாவண்ணம் இருக்கவும் இப்பயிற்சி சில நாட்களுக்கு ஒரு முறை நிகழ்த்தப்பெறும். ஒவ்வொரு தற்காப்புப் பயிற்சி நடைபெற்றபின் கப்பல் பதிவேட்டில் அது பதிவு செய்யப்படவேண்டும். டைட்டானிக் கப்பலில் ஏப்ரல் 14 அன்று நடைபெற வேண்டிய அந்நிகழ்ச்சி சில காரணங்களால் நடைபெறவில்லை. இது மூழ்கடிக்க முடியாத கப்பல் என்பதால் தற்காப்புப் பயிற்சி நடத்தல் பற்றிய எண்ணம் யாருக்கும் ஏற்படாமல் போனது.

அன்று டைட்டானிக் கப்பலில் உள்ள வானொலி, தொலைபேசி இணைப்பில் பால்டிக் என்னும் பெயர் கொண்ட கப்பலிலிருந்து பனிப்பாறைகள் பற்றிய எச்சரிக்கை பெறப்பட்டது. அது 41.051 வடக்கு அட்சரேகை 49.11 மேற்கு தீர்க்கரேகையில் மிகப்பெரிய பனிப்பாறை மிதப்பதைப் பற்றிய எச்சரிக்கையாகும். இது கேப்டன் எட்வர்ட் ஸ்மித் அவர்களிடம் அளிக்கப்பட்டது. மேலும் இரு கப்பல்கள் இந்த எச்சரிக்கையை ஒலிபரப்பி இருந்தன. 14-ஆம் நாள் இரவு 9 மணியளவில் குளிர் அதிகரித்து இருந்தது. ஆனால் எவ்வித இடர்ப்பாடுமின்றி டைட்டானிக் பயணம் செய்து கொண்டிருந்தது. இரவு 11.40 மணியளவில் கப்பலின் பார்வையாளரிடமிருந்து கப்பலின் முன் பெரிய பனிப்பாறை தென்படுவதாக வந்த செய்தியைக் கேட்டவுடன் பணியிலிருந்த ஜேம்ஸ்மூடி என்ற மாலுமி கப்பல் இயந்திரங்களை நிறுத்தி கப்பலைப் பின்னோக்கி செல்லும்படி இயந்திரங்களை உடனே இயக்குமாறும் கப்பலை வலதுபுறம்(Star-board Side) திருப்புமாறும் கட்டளையிட்டார். மிகப் பெரியகப்பலின் இயந்திரங்கள் இச் செயலை செய்ய நீண்ட நேரம் எடுத்துகொண்டது. உண்மையில் அவர் கப்பலை இடது பக்கம் (Port-board Side) திருப்ப ஆணையிட்டு இருக்கவேண்டும். கப்பல் பனிப்பாறையை விட்டு விலகுவதற்கு

பதிலாக வலது பக்கத்தில் வேகமாக மோதியது. கப்பலின் வலதுபுறத்திலுள்ள முன்பகுதி கிழிக்கப்பட்டு பனிக்கட்டிகளும் கடல் நீரும் உட்புகுந்தது. 16 அறைகளாகக் கட்டப்பட்டிருந்த கப்பலின் வலதுபுற அறையில் நீர்புகுந்து கப்பல் முன்புறமாக சாய்ந்தது. உடனடியாக அனைத்து அறைகளும் நீர்புகாவண்ணம் மூடப்பட்டன. கப்பல் அறைகள் நீர்புகாவண்ணம் அடைக்கப்பட்டிருந்தாலும் மேற்புறம் வழியாக நீர் அடுத்த அறைக்குச் செல்லுவதைத் தடுக்க இயலவில்லை. ஆனால் கப்பல் சற்றுத் தாழ்ந்ததால் நீர் மேல்புறமாக பிற அறைகளில் புகுந்தது கப்பலின் முன்பகுதி மேலும் நீரில் முழ்கியது. கேப்டன் எட்வர்ட் கப்பல் நீரில் முழ்கிவிடும் என்பதையறிந்து தற்காப்புப் படகுகளை கீழிறக்க ஆணையிட்டார். அருகில் வந்து கொண்டிருந்த பிற கப்பல்களுக்கு தனது ஆபத்தைக் குறிக்கும் வகையில் வானொலிச் செய்தி தொடர்ந்து அனுப்பப்பட்டது.

டைட்டானிக் கப்பலில் 3500 பயணிகள் பயணிக்கலாம். எனினும் 3500 பயணிகளும் தப்பிப்பதற்கான தற்காப்புப் படகுகள் (Life Boats) இல்லை. எனவே பெண்கள், குழந்தைகள் ஆகியோரை மட்டும் அனுப்பவும், பிறர் கப்பலுடனேயே மூழ்கவும் முடிவு செய்யப்பட்டது. முன்பகுதியில் மூழ்கிய கப்பல் இரண்டாக உடைந்து முதல்பகுதி முதலில் கடலுள் மூழ்கியது. பின்பகுதி சற்று நேரம் கழித்து பாஸ்டன் துறைமுகத்திற்கு கிழக்கே 1000 மைல் தொலைவிலும், நியூபவுண்ட்லேண்ட்டுக்கு தென்கிழக்கே 375 மைல் தூரத்திலும் உள்ள கடல் பகுதியில் மூழ்கியது. கப்பல் மூழ்கிய இடத்தின் ஆழம் 12,500 அடியாகும், உடைந்து மூழ்கிய கப்பலின் முன்பகுதி மற்றும் பின்பகுதி ஆகிய இரு பகுதிகளும் தற்போது 2000 அடி தூரத்தில் உள்ளன.

இக்கப்பலில் 42 தற்காப்புப் படகுகள் எடுத்துச் செல்லலாம். எனினும், 20 படகுகளே ஏற்றிச் செல்லப்பட்டன. ஆனால் அக்காலத்தில் இங்கிலாந்து நாட்டின் கப்பல் விதிகளின்படி நான்கு படகுகள் கூடவே இருந்தன. ஒவ்வொரு படகிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான ஆட்களைத்தான் ஏற்ற வேண்டும் என்ற விதிமுறை உண்டு. ஆனால் டைட்டானிக் கப்பலிலிருந்த தற்காப்புப் படகுகளில் ஆட்கள் எண்ணிக்கையின் உச்சவரம்பு சரியாகத் தெரியாததால் குறைந்த

நபர்களையே ஒவ்வொரு படகிலும் ஏற்றினர். இத்தற்காப்புப் படகுகளை சரியாகப் பயன்படுத்தியிருந்தால் மேலும் 500 உயிர்களைக் காப்பாற்றியிருக்க வாய்ப்பிருந்திருக்கும். அக்கப்பலிலிருந்து 711 பேர் உயிர் தப்பினர், 1522 பேர் மூழ்கி இறந்தனர்.

தப்பியோர் விழுக்காடு

முதல் வகுப்பு	60%
இரண்டாம் வகுப்பு	44%
மாலுமிகள்	25%
பணியாளர்கள்	24%

மூன்றாம் வகுப்புப் பயணிகள் அனைவரும் அறையில் அடைபட்டு நீரில் மூழ்கி இறந்தனர். மூழ்கும்போது அருகில் வந்து கொண்டிருந்த ஒரு கப்பல் டைட்டானிக் கப்பலிலிருந்து அனுப்பப்பட்ட வானொலிச் செய்தியால் அக்கப்பல் இருக்குமிடம் நோக்கி விரைந்தது. ஆனால், டைட்டானிக் கடலில் மூழ்கிய பின்னரே அவ்விடத்திற்கு வரமுடிந்தது. கடலில் மிதந்த உயிர்காக்கும் படகுகளிலிருந்தோரையும் தப்பிப்பதற்காக கடலில் குதித்தவர்களையும் காப்பாற்றும் பணி தொடங்கியது. கடலில் மிதந்த பலர் குளிரால் இறந்திருந்தனர். சிலர் தப்பித்தனர். இத்துயரச் செய்தி அக்காலங்களில் பெரிதும் பேசப்பட்டும் பத்திரிகைகளில் எழுதப்பட்டும் வந்தது. அது பற்றிய நூல்கள் எழுதப்பட்டன. திரைப்படங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன.

டைட்டானிக் கப்பல் கண்டுபிடிக்கப்படுதல்

கடலகழாய்வுத் தொழில் நுட்பம் மேன்மையுற்ற பின்பு வட அட்லாண்டிக் கடலில் மூழ்கிய இக்கப்பலைத் தேடும் பணி தொடங்கப்பட்டது. 73 ஆண்டுகள் கழித்து 1985-ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு மாதம் அமெரிக்காவின் உட்ஸ்ஹோல் கடலாய்வு நிறுவனத்தில் கடலறிஞர் மற்றும் கடலுயிரியல் அறிஞர் ராபர்ட் பலார்டு (Robert Ballard) என்பார் ஜீன் லூயி மிச்செல் (Jean Louis Michel) என்பாரின் தலைமையிலான பிரான்சு ஆய்வுக் குழுவின் உதவியுடன் டைட்டானிக் மூழ்கிய இடத்தைக்

கண்டுபிடித்தார். பிரெஞ்சுக்குழு ஒலி அலைத் தத்துவத்தில் இயங்கும் எஸ்.ஏ.ஆர் (S.A.R) என்னும் கருவியுடனும் பலார்டு அர்கோ (Argo) என்னும் தானியங்கி புகைப்படக் கருவியுடனும் தேடத் தொடங்கினர். எஸ்.ஏ.ஆர் கருவி பரந்த எல்லையை ஆய்வு செய்யும் சக்தி படைத்தது. அர்கோ கருவி குறைவான பரப்பையே ஆய்வு செய்யும் எனினும் நுட்பம் மிகுந்தது. டைட்டானிக் கப்பல் மிகப் பெரியது என்றாலும் அட்லாண்டிக் கடலின் அளவையும், ஆழத்தையும் ஒப்பிட்டால் அதன் உருவம் மிக மிகச்சிறியது. எஸ் ஏ ஆர் கருவி பரந்த கடல் எல்லையைப் படமெடுக்க முடிந்தாலும் கடலின் அளவு மிகப் பெரியதாகையால் டைட்டானிக் கப்பலைக் கண்டுபிடிப்பது எளிதாக அமையவில்லை. நீர்மூழ்கு கலன்களில் சென்ற ஆய்வாளர்கள் பலமுறை தேட முயன்று மனச் சோர்வுற்றனர். தரையின் அடிப்பாகத்தில் மண்ணைத் தவிர வேறு எதுவும் அவர்களால் காண இயலவில்லை. தீவிர தேடுதலுக்குப் பின்னர் 1985 செப்டம்பர் மாதம் 1-ஆம் நாள் நள்ளிரவில் டைட்டானிக் கப்பலின் பாகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. டைட்டானிக் கப்பல் மூழ்கிய இடத்தை அறிஞர் பலார்டு ரகசியமாகவே வைத்திருந்தார். இக்கப்பலின் இருப்பிடத்தைக் கண்டுபிடிக்க அவர் பயன்படுத்திய கருவி ஜிபிஎஸ் ஆகும்.

பின்னர் டைட்டானியம் தகடுகளால் உருவாக்கப்பட்ட ஆல்வின் என்னும் நீர்மூழ்கு கலனில் சென்று கப்பலின் பாகங்களைக் கண்டுபிடித்தார். இந்நீர்மூழ்குக் கலனுடன் ஜேசன் ஜூனியர் (Jason Junior) என்னும் தொலைக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி இணைக்கப்பட்டது. ஆல்வின் கலம் தரையிறங்கியவுடன் கருவி பிரிக்கப்பட்டு தொலைக் கட்டுபாட்டுப் பொறியின் உதவியுடன் கப்பலின் அனைத்துப் பாகங்களும் படமெடுக்கப்பட்டன. இதைக் கண்டுபிடிக்க ஆண்டுக்கணக்கில் அறிஞர்கள் பணிபுரிந்தனர். பலார்டு மேலும் இருமுறை ஆய்வுகள் நிகழ்த்தினர். 1986-ஆம் ஆண்டு ஆய்வில் வெண்கலத்தாலான நினைவுத் தகட்டை வைத்துத் திரும்பினார். அந்நினைவுத் தகட்டில் மூழ்கிய 1500 பேருக்கு அஞ்சலி செலுத்தியும், பிறர் இங்கு வந்தால் கப்பல் பொருட்களை கொள்ளையடிக்கவோ, பொருட் சேதம் செய்யவோ வேண்டாம் என்ற வேண்டுகோளையும் எழுதி வைத்தார். டைட்டானிக்

கழகம் என்னும் நிறுவனமும் கடலுள் சென்று அக்கப்பலைப் பார்வையிட்டு பல அரிய பொருட்களை எடுத்துச் சென்றது. கடலகழாய்வு பெரும்பாலும் ஆழம் குறைந்த பகுதியிலேயே நிகழ்த்தப்பெற்ற காலத்தில் நவீன தொழில் நுட்ப உதவியுடன் ஆழ்கடலில் மூழ்கிய கப்பலைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சி டைட்டானிக் கப்பலுக்காக மேற்கொள்ளப்பட்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

4. புகழ்பெற்ற ஆய்வறிஞர்கள்

ஜார்ஜ் எஃப் பாஸ் (George F Bass)

ஜார்ஜ் எஃப் பாஸ் உலகின் முதல் கடலகழாய்வாளர் ஆவார். நீர்மூழ்கத்தெரிந்த முதல் தொல்லியல் அறிஞரும் இவரே ஆவார் (படம்-25). 1932-ஆம் ஆண்டு கொலம்பியாவில் பிறந்த இவர் ஜான் ஹோப்கின்ஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் 1955-ஆம் ஆண்டு 'கிழக்கு நாடுகளின் தொல்லியலில்' முதுகலைப் பட்டம் பெற்றார். கிரீஸ் நாட்டின் ஏதன்ஸ் நகரில் லேமா (Lema) என்னுமிடத்திலும், துருக்கி நாட்டின் கோர்டியோன் (Gordion) என்னுமிடத்திலும் அகழாய்வுப் பணியனுபவம் பெற்றார். 1957 முதல் 1959-ஆம் ஆண்டு வரை அமெரிக்க ராணுவத்தில் பணிபுரிந்த பின்னர் பென்சில்வேனியாப் பல்கலைக்கழகத்தில் செவ்வியல் காலத் தொல்லியலில் (Classical Archaeology) முனைவர் பட்டம் பெற ஆய்வு புரிந்தார். அவருடைய நெறியாளர் பேராசிரியர் யங் (Young) அவர்களின் ஆலோசனையின் பேரில் நீர்மூழ்குதலைக் கற்றுத் துருக்கியிலுள்ள கெலிதோனியா (Gelidonya) முனைக்கருகில் கடலில் மூழ்கிய வெண்கலக் காலக் கப்பலை அகழாய்வு செய்தார். இவ்வகழாய்வில் துரோக்மார்டன் (Throckmortan) என்பார் இவருக்கு உதவி புரிந்தார். வெண்கலக் காலத்தின் கடைசிக்கட்டதில் (கிமு.1200) பொனிசீயர்கள் மட்டுமல்லாது கிரேக்கர்களும் கடற்செலவில் வன்மை பெற்றிருந்தனர் என்பது இவ்வகழாய்வின் மூலம் தெரிய வந்தது வரலாற்றில் திருப்புமுனையாக அமைந்தது.

அறுபதுகளில் (1960-69) இரண்டு ரோமானியக் கப்பல்களை யாசிஅதா (Yassi Ada) என்னும் தீவுச்சுற்றியுள்ள கடலிலிருந்து அகழாய்வு செய்தார். அப்போது கடல்கழாய்வில் புதிய வழிமுறைகளையும், நுட்பங்களையும் புகுத்தினார். நீர்முழ்கு அமுக்க நீக்கக் கூடாரம் (Submerssibe Decompression Chambers), நீரடி வரைவுமுறை மற்றும் நிழற்படம் (Underwater Drawings and Photography), இருவர் செல்லக்கூடிய நீர்முழ்கு கலன்கள் (Submersibles) ஆகியவற்றை முதன்முதலாக இவர் ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்தினார்.

1967-ஆம் ஆண்டில் உலகிலேயே முதன்முதலாக பக்கவரைபடமானியின் (Sidescan Sonar) உதவியுடன் மூழ்கிய கப்பலைக் கண்டுபிடித்தார். 1968-ஆம் ஆண்டு மீண்டும் அவர் கிரீஸ், இத்தாலி ஆகிய பகுதிகளில் நிலம்சார் தொல்லியல் ஆய்வை நிகழ்த்தினார்.

1973-ஆம் ஆண்டு பென்சில்வேனியா பல்கலைக்கழகப் பணியிலிருந்து விலகி கடற்செலவுத் தொல்லியல் கழகத்தைத் தோற்றுவித்தார். 1976-ஆம் ஆண்டு டெக்ஸாஸ் பல்கலைக் கழகத்தின் அங்கீகாரத்தை இக்கழகம் பெற்றது. இக்கழகம் உலகில் பல கடல் பகுதிகளிலும் தொல்லியல் ஆய்வு நிகழ்த்தி வருகிறது. ஆனால் ஜார்ஜ் எஃப் பாஸ் மத்தியத் தரைக்கடலில், துருக்கிப் பகுதியில் மூழ்கியுள்ளக் கப்பல்களை ஆய்வு செய்வதிலேயே கவனம் செலுத்திவருகிறார். இவர் அகழாய்வு செய்த கப்பல்களில் கி.மு.13-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பலும் கி.பி11-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பலும் முக்கியமானவை. கி.மு.13-ஆம் நூற்றாண்டுக் கப்பலில் கிடைத்த செம்பு, தகரம், யானைத் தந்தம், கண்ணாடி, அம்பர், தங்கம், வெள்ளி மற்றும் எபோனி மரத்துண்டுகள் ஹோமர்கால வரலாற்றை மீளாக்கம் செய்ய பயன்பட்டன. மேலும் இதன்மூலம் அக்கால வணிகம், எழுத்தறிவு, தொழில் நுட்பம், சமயம், கலை மற்றும் கணக்கியல் போன்றவற்றை அறியவும் ஏதுவானது. 11-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த இடைக்காலக் கப்பலில் அதிக அளவிலான இஸ்லாமியக்கால கண்ணாடிப்பொருட்கள் கிடைத்தன. இவையன்றி நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட மூழ்கிய பண்டைய கப்பல்களை இவர் கண்டுபிடித்தார்.

கிரேக்கத்தின் பொற்காலம் என வருணிக்கப்படும் 5-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பலை 1999 முதல் 2001-ஆம் ஆண்டு முடிய அகழாய்வு செய்தார். 2000-ஆம் ஆண்டிலிருந்து இருவர் செல்லக்கூடிய நீர்மூழ்கு கலனில் சென்று பழங்கால கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்கத் தொடங்கினார். 2002-ஆம் ஆண்டு கி.மு.6-ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த கிரேக்கக் கப்பலை அகழாய்வு செய்தார். இவர் தனது 70-ஆவது வயதிலும் கடலகழாய்வில் ஈடுபடுவது இளம் தொல்லியலாளருக்கு ஊக்கம் தருவதாக அமைகிறது.

தமது ஆய்வுக்காக இவர் பல விருதுகளைப் பெற்றிருக்கிறார். 2002-ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க தேசிய விருதைப் பெற்றார். இவர் ஏழு நூல்களின் ஆசிரியராகவும், பதிப்பாசிரியராகவும் இருந்துள்ளார், நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரைகளையும் எழுதியுள்ளார். உலகின் பல இடங்களுக்குச் சென்று உரைகள் நிகழ்த்தியுள்ளார். தற்பொழுது பொத்ரூம் (Bodrum) என்னும் கடல் பகுதியில் தமது ஆய்வை நிகழ்த்தி வருகிறார். எனவே இவரைக் கடல்சார் தொல்லியலின் தந்தை என்றால் அது மிகையாகாது.

ராபர்ட் பலார்டு (Robert Bollard)

ராபர்ட் பலார்டு என்பார் சென்ற நூற்றாண்டில் ஆரம்பகாலத்தில் மூழ்கிய புகழ்வாய்ந்த டைட்டானிக் கப்பலைக் கண்டுபிடித்த கடல் அறிவியல் அறிஞர் (Marine Scientist) ஆவார் (படம்-26). இவரது கண்டுபிடிப்புகளில் மிக முக்கியமானது டைட்டானிக் கப்பல் கண்டுபிடிப்பாகும்.

இவர் இளங்கலைக் கல்வியை நிலஇயல் மற்றும் வேதியியல் துறைகளில் கலிபோர்னியப் பல்கலைக்கழகத்தில் பெற்றார். கடல் நிலஇயல், புவிஇயற்பியல் தொடர்பாக ஆய்வு செய்து முனைவர் பட்டத்தைப் பெற்றார். இவர் வியட்நாம் போரில் அமெரிக்கக் கடற்படையிலும் பணிபுரிந்தார்.

டைட்டானிக் கப்பல் மட்டுமல்லாது புகழ்பெற்ற பிஸ்மார்க் என்னும் பெயர் கொண்ட ஜெர்மனி போர்க்

கப்பலையும் உடன் மூழ்கிய 11 போர்க் கப்பல்களையும் கண்டுபிடித்தார். லூசிதானியா என்னும் பயணியர் கப்பலையும் கண்டுபிடித்தார். இவர் நீர்மூழ்கு கலன்களில் சென்று 100க்கும் மேற்பட்ட முறை ஆழ்கடல் ஆய்வு செய்துள்ளார். 1997-ஆம் ஆண்டில் மத்தியத்தரைக்கடல் பகுதியில் கி.பி.1-4-ஆம் நூற்றாண்டுகளைச் சார்ந்த ரோமானியக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்தார். இக்கப்பல்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பொருட்கள் வைக்கும் அறைகள், கல்தூண்கள் மிக அரிதானவை. வரலாற்று முக்கியத்துவம் கொண்டவை.

ராபர்ட் பலார்டு 1989-ஆம் ஆண்டு ஜேசன் ஜூனியர் (Jason Junior) என்னும் திட்டத்தைத் தொடங்கினார். இத்திட்டம் லாபநோக்கற்ற நிறுவனங்கள், ஆசிரியர்கள், மாணவர்கள், கல்வி நிறுவனங்கள் ஆகியோர் கடலாய்வில் பங்கேற்கும் வகையில் செயல்பட்டு வருகிறது.

இவர் 50க்கும் மேற்பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரைகளை எழுதியுள்ளார். இவர் எழுதிய ‘டைட்டானிக்’, ‘பிஸ்மார்க்’, ‘லூசிதானியா’ ஆகிய கப்பல்கள் கண்டுபிடிப்பு பற்றிய நூல்கள் மிகவும் புகழ் பெற்றவை. இவர் பல ஆய்வு நிறுவனங்களில் உறுப்பினராகவும் உள்ளார். உலகில் ஆழ்கடலாய்வில் இவரின் பங்கு மிகவும் முக்கியமாகக் கருதப்படுகிறது.

எஸ்.ஆர். ராவ் (S.R. Rao)

இந்தியக் கடல்சார் தொல்லியலின் தந்தை எனப் போற்றப்படும் எஸ்.ஆர்.ராவ் இந்தியத் தொல்லியல் அளவீட்டுத்துறையில் சுமார் 30 ஆண்டுகாலம் உயர்பதவியில் பணிபுரிந்தவராவார். அறுபதுகளில் (1960-69) பூம்புகார் நில அகழாய்வில் ஆய்வுத் தலைமை ஏற்று கி.மு.3-ஆம் நூற்றாண்டைச்சார்ந்த படகுத்துறை, நீர்த்தேக்க முகப்பு, புத்தவிகாரம் போன்றக் கட்டடப் பகுதிகளை வெளிக்கொணர்ந்தார். குஜராத் மாநிலத்தில் லோத்தல் என்னுமிடத்தில் செங்கல்லால் ஆன அளவில் மிகப்பெரிய கப்பல்துறையை அகழாய்வு செய்தவரும் இவரேயாவார்.

தமது ஆய்வு அனுபவத்தினால் எண்பதுகளில் (1980-89) கட்ச் வளைகுடாவில் மூழ்கியுள்ள துவாரகை துறைமுகத்தை கடலகழாய்வு செய்யும் முயற்சிகளை இவர் மேற்கொண்டார். கோவாவிலுள்ள தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனத்தின் (National Institute of Oceanography) உதவியுடன் இளைய தொல்லியலாருக்கு நீர்மூழ்கும் பயிற்சியளித்துத் துவாரகைக் கடற்பகுதியில் மூழ்கியக் கட்டடப் பகுதிகள், கல் நங்கூரங்கள் ஆகிய தொல்பொருட்களை வெளிக்கொணந்தார். இந்தியாவில் முதன்முதலில் தொல்லியலாளர் கடலில் மூழ்கி ஆய்வு செய்வதற்கு அடித்தளமாக இருந்தவர் இவரேயாவார். இதனிடையில் பூம்புகார் கடல்பகுதியில் சங்ககாலத்தில் மூழ்கிய கட்டடப் பகுதிகளைக் கண்டுபிடிக்க தமிழக அரசின் நல்கை உதவியுடன் ஆய்வு மேற்கொண்டார். இந்த ஆய்வில் சங்ககாலத்தைச் சார்ந்த கட்டடப்பகுதி 23 மீட்டர் ஆழத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மேலும் பூம்புகார் கடற்பகுதியில் 17-ஆம் நூற்றாண்டைச்சார்ந்த கப்பல் ஒன்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவரது முயற்சியால் 1989-ஆம் ஆண்டு கோவா தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனத்தில் நிரந்தரமாக கடலகழாய்வு மையம் (Marine Archaeology Centre) ஒன்று தொடங்கப்பட்டது. இந்தியத் தொல்லியல் அளவீட்டுத்துறையும், விசாகப்பட்டினத்திலுள்ள ஆந்திரப் பல்கலைக்கழகமும் தனியாகக் கடலகழாய்வுத் துறையைத் தொடங்க இவரது ஆய்வுகள் காரணமாயின. இந்தியக் கடலகழாய்வை மேம்படுத்த 1987இல் இந்தியக் கடலகழாய்வுக் கழகம் (Society for Marine Archaeology) ஒன்றை நிறுவக்காரணமாயிருந்தார். மேலும் பல தேசிய, உலக அளவிலான கடல்சார் தொல்லியல் கருந்தரங்குகளை முன்னின்று நடத்திவருகிறார். இந்தியக் கடலகழாய்வுக் கழகத்தின் சார்பில் கடல்சார் தொல்லியல் என்னும் ஆய்விதழை தொடங்கி தொடர்ந்து நடத்திவருகிறார். எனவே இவரை இந்தியக் கடலகழாய்வின் தந்தை எனப்போற்றுவது சாலத்தகும்.

5. இந்தியாவில் நீரகழாய்வு

கடலகழாய்வைப் பிற ஆய்வுத் துறைகளுடன் ஒப்பிடும்போது மிகவும் பின்தங்கிய நிலையிலேயே உள்ளது. போதிய நிதி வசதியின்மையாலும் வல்லுநர்கள் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதாலும், நீரில் அகழாய்வு செய்ய பல தொழில் நுட்பங்களின் உதவி தேவையென்பதாலும் இதன் வளர்ச்சி குறைவாக் உள்ளது எனலாம். எனினும் வரலாற்றுச் சான்றுகள் குறைவாக உள்ள அல்லது அவை இல்லாத காலகட்டங்களுக்கு கடல்சார் தொல்லியல் தரவுகளைத் தருவதால் தற்போது இத்துறை முக்கியத்துவம் பெறத்தொடங்கியுள்ளது. இந்தியாவில் கோவாவிலுள்ள தேசிய கடலாய்வு நிறுவனம் தில்லியிலுள்ள இந்தியத் தொல்லியல்துறை, தஞ்சாவூரிலுள்ள தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், விசாகப்பட்டினத்திலுள்ள ஆந்திரப் பல்கலைக்கழகம், சென்னையிலுள்ள தேசிய கடல் தொழில்நுட்ப நிறுவனம் ஆகிய நிறுவனங்களில் கடலகழாய்வு மையங்கள் உள்ளன.

தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம், கோவா

இந்தியாவில் கோவாவிலுள்ள தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம், துவாரகை கடலகழாய்வுத் திட்டத்தை 1980களில் முனைவர் எஸ்.ஆர்.ராவ் தலைமையில் தொடங்கியது. இது முதலில் தனித்துறையாக இயங்காமல் ஓர் ஆய்வுத் திட்டமாக செயல்பட்டது.. இத்திட்டத்தில் முதலில் தொல்லியல்

வல்லுநர்கள் நீரில்மூழ்கி ஆய்வுகள் நிகழ்த்தவில்லை. 1987-88-ஆம் ஆண்டுகளில் தொல்லியல் வல்லுநர் கா.ராஜன் துவாரகைக் கடலில் மூழ்கி முதன் முதலில் ஆய்வு செய்தார். மூழ்கிய கட்டடப் பகுதிகள் பலவற்றையும், கல் நங்கூரங்களையும் அவர் கண்டுபிடித்தார். 1990-ஆம் ஆண்டு கடலகழாய்வுக்கென தேசியக் கடலகழாய்வுக் கழகம் ஒரு துறையைத் தோற்றுவித்தது. நீர்மூழ்குதலைக் கற்ற தொல்லியலாளர்கள் பலர் தற்போது அங்கு ஆய்வு செய்து வருகின்றனர். இந்நிறுவனம் லட்சத் தீவுகள், பூம்புகார், கோவா கடல்பகுதிகளில் ஆய்வு செய்து வருகிறது.

இந்தியத் தொல்லியல்துறை, புது தில்லி

2001-ஆம் ஆண்டு இந்தியத் தொல்லியல் துறை கடல் அகழாய்வுக்கென ஒரு துறையைத் தோற்றுவித்தது. இந்நிறுவனம் அரிக்கமேடு, மாமல்லபுரம் கடல் பகுதிகளில் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு வருகிறது.

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர்

கடலகழாய்வின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்த தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் 1984-ஆம் ஆண்டு நீரகழாய்வு மையத்தைத் தொடங்கியது. ஆசியாவிலேயே நீரகழாய்வுக்கென முதன்முதலில் தொடங்கப்பட்ட நிறுவனம் இதுவே. இந்நிறுவனம் இராமேஸ்வரம் கடல் பகுதியில் இடைக்காலத்தைச் சார்ந்த நங்கூரங்களைக் கண்டெடுத்துள்ளது. தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத்தில் தென்னிந்திய மரபு வழிக் கப்பல் கட்டுதல், கப்பல் போக்குவரத்து போன்ற ஆய்வுகளும் நிகழ்த்தப்பட்டு வருகின்றன.

ஆந்திரப் பல்கலைக்கழகம், விசாகப்பட்டினம்

விசாகப்பட்டினத்திலுள்ள ஆந்திரப் பல்கலைக்கழகம் 1994-ஆம் ஆண்டு கடலகழாய்வுத் துறையைத் தொடங்கியது. ஆந்திரக் கடல் பகுதியில் இத்துறை இந்தியக் கடற்படையின் உதவியுடன் ஆய்வு செய்து வருகிறது.

தேசிய கடல் தொழில்நுட்ப நிறுவனம், சென்னை

காம்பே வளைகுடாப் பகுதியில் இந்நிறுவனம் எண்ணெய்க் குழாய பொருத்துவதற்காக செய்த ஆய்வில் பக்க வரைபடமானியில் கடலில் மூழ்கிய கட்டடப் பகுதிகள் போன்ற அமைப்பைக் கண்டுபிடித்தது. இது சிந்து சமவெளிக் காலத்திற்குச் சமமான வாழ்விடமாகக் கருதப்படினும் மேலும் ஆய்வுக்குரியது. இக்கண்டுபிடிப்பைப் பற்றிய பல கேள்விகளைத் தொல்லியலாளர் எழுப்பியுள்ளனர். மேற்கண்ட இந்நிறுவனங்கள் மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் குறித்து இங்கு விரிவாக விளக்கப்படுகிறது(படம்-27).

துவாரகை

துவாரகை என்னும் பழந்துறைமுக நகரம் குஜராத் மாநிலத்தில் கட்ச் வளைகுடாப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. மஹாபாரதக்கால கிருஷ்ணர் வாழ்ந்த நகரமாக இது கருதப்படுகிறது. இன்றைக்கு 3500 ஆண்டு முதல் 5000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட நகரமாக இதனை அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். தற்பொழுது இது கடலினுள் மூழ்கியுள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

மகாபாரதம் மேற்படி கூற்றை உறுதிசெய்கிறது. ஹரிவம்சம் என்னும் வடமொழிக் கதையில் இந்நகரம் கோமதி நதி முகத்துவாரத்தில் இருந்ததாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. குஜராத் மாநிலம், உனா வட்டம், மூல்துவாரகா என்னும் ஊரில் இந்நகரம் இருந்தது என்பதை இந்தியத் தொல்லியல் துறை நிலப்பகுதியில் நிகழ்த்திய அகழாய்வில் உறுதி செய்தது. குஜராத் பகுதியில் பிரபாஸா என்னுமிடத்தில் கிடைத்த கப்பல் துறைமுகக் கட்டுமானங்களைக் கொண்டும் பிரபாஸா என்னும் நகரே துவாரகையாக இருக்கலாம் என்றும் சில ஆய்வறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

ஆனால் மகாபாரதம் துவாரகை, பிரபாஸா (சோம்நாத்) ஆகிய இரு துறைமுக நகரங்களையும் குறிப்பதால் மூல்துவாரகா என்னுமிடமே பழைய துவாரகா இருந்த இடம் என எஸ். ஆர். ராவ் குறிப்பிடுகிறார். மேலும் மகாபாரதத்தில் பிரபாஸாவிலிருந்து

துவாரகாவிற்கு யுதிஸ்திரன் வந்ததைக் குறிப்பிடுவதால் மூல்துவாரகா என்னுமிடமே பண்டைய துவாரகாவாக இருக்கவேண்டுமென எஸ். ஆர். ராவ் குறிப்பிடுகிறார்.

தரைப்பகுதியில் மேற்கொள்ளப்பட்ட கள ஆய்வுகள்

முப்பதுகளில் (1930-39) ஹிராநந்த சாஸ்திரி என்பார் மூல்துவாரகா பகுதியில் களப்பணி மேற்கொண்டார். இவர் அவ்விடத்தில் கிடைத்த மட்பாண்ட ஓடுகளைக் கொண்டு அதனைக் கிருத்துவ சகாப்த காலமாகக் கணக்கிட்டார். 1963-ஆம் ஆண்டு முதன்முதலில் துவாரகைப் பகுதியில் நிலப்பகுதியில் பூனாவிலுள்ள தக்காணக் கல்லூரி ஆய்வு நிகழ்த்தியது. அப்பொழுது வரலாற்றுத் தொடக்க கால (கி.பி.4-ஆம் நூற்றாண்டு) மற்றும் இடைக்காலப் பானையோடுகள் கிடைத்தன. 1979-ஆம் ஆண்டு எஸ்.ஆர். ராவ் மீண்டும் மூல்துவாரகா பகுதியில் களப்பணியை மேற்கொண்டனர். அகழாய்வில் கிடைத்த சிவப்புப் பானையோடுகளைக் கொண்டும் மண்ணடுக்காய்வில் கிடைத்த சான்றுகளைக் கொண்டும் அவர் இதன் காலம் 3500 ஆண்டுகளுக்கும் முற்பட்டதாகக் கணித்தார். 1979-80-ஆம் ஆண்டில் துவாரகீசுவரர் கோவிலில் இவர் மேற்கொண்ட ஆய்வில் கி.மு.14-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த சான்றுகள் கிடைத்தன. பின்னர் நிகழ்த்திய கடலகழாய்வில் பெட் துவாரகையில் கடற்கரை மற்றும் அலை மோதும் பகுதிகளில் நிகழ்த்திய அகழாய்வில் கி.மு.1900-1400-ஆம் ஆண்டு காலத்தைச் சார்ந்த வாழ்விடக் கூறுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

கடலகழாய்வு

துவாரகைக் கடல் பகுதிகளில் பழங்காலச் சின்னங்களின் எச்சங்களைக் கண்டுபிடிக்கக் கோவாவிலுள்ள தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம், எஸ்.ஆர்.ராவ் அவர்கள் தலைமையிலான ஆய்வை 1984 முதல் 1996-ஆம் ஆண்டு வரை மேற்கொண்டது. அதன் பின்னரும் அவ்வாய்வு நிறுவனம் தொடர்ந்து அங்கு கடலகழாய்வை நிகழ்த்தி வருகின்றது. இக் கடலகழாய்வில் கீழ்க்கண்ட கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

1. கப்பல் இடம் அறியப் பயன்படுத்தப்பட்டக் கருவிகள்
   அ. சேண்மானி (Sextant)
   ஆ. மினி ரேஞ்சர் (Mini-Ranger)
2. எதிரொலி ஆழமானி (Echo-Sounder)
3. பக்கவரைபடமானி (Side Scan Sonar)

இக்கருவிகளைக் கொண்டு கடலிலுள்ள கட்டடப் பகுதிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பின்னர் பத்துக்கும் மேற்பட்ட நீர்மூழ்குநர்கள் உதவியுடன் ஆய்வு நிகழ்த்தப்பெற்றது(படம்-28,29). ஆய்வில் கடலினுள் நான்கு கட்டடப் பகுதிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவற்றுள் ஒன்று கோயிலின் அடிப்பாகத்தின் தோற்றம் கொண்டதாக அரை வட்ட வடிவத்துடன் உள்ளது. இதற்கு 1.5மீ x 1மீ x 0.5மீ அளவிலான மிகப் பெரிய சுண்ணாம்புக் கற்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. மேலும் கடலகழாய்வில் மூழ்கிய மரக்கப்பலின் மரத்துண்டுகள், பானையோடுகள் ஆகியனவும் கண்டெடுக்கப்பட்டுள்ளன. படகுத்துறை போன்றுள்ள கட்டடப் பகுதியும் காணப்படுவதாக எஸ்.ஆர்.ராவ் தெரிவிக்கிறார்.

மீண்டும் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வில் 1.2கிமீ தூரத்தில் கடலுள் மூழ்கிய பண்டைய கோமதி நதியின் பகுதி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அக்காலத்தில் துவாரகையை கடல் சீற்றத்திலிருந்து காப்பாற்ற வடிவமைக்கப்பட்ட மணற்பாறை வகையைச் சார்ந்த பெருங்கற்சுவர்கள் இன்றும் கடலடியில் உள்ளமை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இத்துறைமுகப் பகுதியில் வரும் கப்பல்களை கட்டுவதற்கு மிகப்பெரிய நங்கூரங்கள் கடலில் இருந்தன. இவற்றில் கயிறு கொண்டு கட்ட துளைகள் காணப்படுகின்றன. அவ்விடத்திலுள்ள அரைவட்ட வடிவம் கொண்ட பெரிய கற்கள் கடலில் வழிகாட்டும் கொடிமரங்கள் நிறுத்தப் பயன்பட்டிருக்கலாம். மேலும் முக்கோண, செவ்வகப்பட்டை மூன்று துளைகளுடன் கூடிய கல் நங்கூரங்கள் பல அங்கு கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. சிந்து சமவெளிக்கால முத்திரை, நுண்கற்காலக் கருவிகள், எழுத்துப்பொறித்த மட்பாண்டம், மண் ஜாடியின் கழுத்துப்பகுதி ஆகியனவும் கண்டெடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவை யாவும் ஹரப்பா,

பிற்கால ஹரப்பா நாகரிகங்களின் எச்சமாக எஸ்.ஆர்.ராவ் கருதுகிறார். இவை பற்றிய காலக்கணிப்பு கருத்து வேறுபாடுகளுக்கு உட்பட்டிருப்பினும் இந்தியக் கடலகழாய்வில் இவை முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன.

துவாரகைக் கல்நங்கூரங்கள்

துவாரகைக் கடல் பகுதி பண்டைய துறைமுகமாக இருந்ததை அங்குக் கிடைக்கும் கல்நங்கூரங்களைக் கொண்டு அறியலாம்(படம்-30). அங்கு அளவில் சிறியதும் பெரியதுமான நூற்றுக்கு மேற்பட்ட கலவைப் பாறைகளினாலான கல்நங்கூரங்கள் கண்டெடுக்கப்பட்டன. இவற்றில் மூன்று துளைகளுள்ள முக்கோண, சாய்சதுர பலகை நங்கூரங்கள், செவ்வகப்பட்டை நங்கூரங்களும் அடங்கும். இவை 3500 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டவை என எஸ்.ஆர்.ராவ் கருதுகிறார். இவற்றின் எடையைக் கொண்டு இக்காலக்கட்டத்தில் 300 டன் அளவில் சரக்குகளைச் சுமக்கும் கப்பல்கள் இருந்திருக்கலாம் என ஊகிக்கலாம். இத்தகைய நங்கூரங்கள் செங்கடல், பாரசீக வளைகுடா, மத்தியத் தரைக்கடல் ஆகிய பகுதிகளில் கண்டெடுக்கப்பட்டுள்ளன. இடைக்காலத்தில் பயன்படுத்தபட்ட இதேபோன்ற நங்கூரங்கள் இந்தியாவின் மேற்கு, கிழக்கு கடற்கரைப் பகுதியிலும், ஆப்பிரிக்க கடல் பகுதியிலும் கண்டெடுக்கப்பட்டுள்ளதால் இவை இடைக்கால நங்கூரமாகவே இருந்திருக்கும் எனப் பிற அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். எனவே, துவாரகை நங்கூரங்களின் காலக்கணிப்பு மீளாய்விற்குரியது எனலாம்.

மகாபாரத காலத்தில் இருந்ததாகக் கருதப்படும் துவாரகை கடலில் மூழ்கியதாக இலக்கியங்கள் சான்றளிக்கின்றன. அப்பகுதியில் நெடுங்காலமாகக் கடலரிப்பு நிகழ்ந்து வருவதாக நிலவியல் அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். கடலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கட்டடப் பகுதிகள் துவாரகை துறைமுகம் இருந்ததை உறுதி செய்கின்றன. எனினும் அங்குக் கிடைத்த பிற தொல்பொருட்களுடன் ஒப்பிடும்போது அதன் காலம் மீளாய்விற்குரியது எனலாம்.

சோமநாத்

வரலாற்றுத் தொடக்க காலத்தில் பிரபாஸா (சோம்நாத்) ஒரு முக்கிய துறைமுகமாக இருந்தது. ஹிரண்ய நதியின் அருகே துறைமுகக் கட்டுமானங்களின் சுண்ணாம்புக் கற்களாலான சேமிப்புக் கிடங்கின் (warehouse) எச்சங்கள் நிலப்பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இச்சேமிப்புக் கிடங்கு மேற்காசியாவில் தெபே யாயா (Tepe Yahya) என்னுமிடத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சேமிப்புக் கிடங்கை ஒத்தது.

சோமநாத், துவாரகை போன்ற துறைமுக நகரங்கள் ஒரே காலத்தில் இருந்தமையால் கி.மு.1500-ஆம் ஆண்டுவாக்கில் துவாரகை கடலில் மூழ்கியது போன்று இந்நகரமும் மூழ்கியிருக்கலாம் என்ற கருதுகோளுடன், தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம் கடற்பகுதியில் ஆய்வு செய்தது. சோமநாதர் ஆலயத்திற்கு மேற்கே கடல் பகுதியிலும் ஹிரண்ய நதியின் முகத்துவாரப் பகுதியிலும் நீரில்மூழ்கி ஆய்வு செய்யப்பட்டது. அங்கு ஒற்றைத் துளை நங்கூரங்கள் மூன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவற்றில் ஒன்று மண்ணுக்கடியில் சற்றே புதைந்திருந்தது. ஆய்விடம் மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஆய்வு செய்யப்பட்டது. செவ்வகப்பட்டை நங்கூரங்களும், முக்கோண வடிவக்கல் நங்கூரங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஒற்றைத்துளைக் கற்களும் அவ்விடங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இதுபோன்ற கற்கள், தோலாவீரா (Dholavira) என்னுமிடத்தில் கற்தூண்களுக்கா்க பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன என்பதும் மாலத்தீவுப் பகுதியில் கல் நங்கூரங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது.

பூம்புகார்

சங்ககாலத்தில் காவிரி நதியின் முகத்துவாரத்தில் அமைந்திருந்த காவிரிப்பூம்பட்டினம் சோழர்களின் சிறந்த துறைமுகமாக விளங்கியது. இத்துறைமுகம் கடலில் மூழ்கியதை மணிமேகலை என்னும் இலக்கியம் குறிப்பிடுகிறது. தற்போதைய பூம்புகாரின் நிலப்பகுதியில் 1960-ஆம் ஆண்டிலிருந்து மாநில, மத்திய தொல்லியல் துறைகள்

நிகழ்த்திய அகழாய்வுகளில் செங்கற்களாலான இரண்டு படகுத்துறைகள், புத்தவிகாரம், நீர்த்தேக்கமுகப்பு ஆகியன கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பூம்புகாரின் ஒரு பகுதி கடலில் மூழ்கியிருக்கக்கூடும் என்ற நோக்கில் தமிழக அரசு தொல்லியல் துறையும் தேசிய கடலாய்வு நிறுவனமும் தொலையுணர்வுக் கருவிகளின் உதவியுடன் கடலில் கள ஆய்வை மேற்கொண்டன. கடலாய்வுக் கருவிகளான பக்கவரைபடமானி, எதிரொலி ஆழமானி, காந்தபுல வேறுபாடறியும் கருவி ஆகியனவற்றின் உதவியுடன் கட்டடங்கள் இருக்குமிடம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அங்கு நீரில்மூழ்கி ஆய்வு செய்யப்பட்டது. 5இலிருந்து 10மீட்டர் ஆழம் கொண்ட பகுதியில் மணற்பாறை வகையைச் சேர்ந்த கல்லாலான சுவர்ப்பகுதிகள், செங்கற்கள், கருப்புசிவப்பு நிறப் பானை ஓடுகள், மண்சாடி ஆகியன கண்டெடுக்கப்பட்டன. இவற்றை வெளிப்படுத்த காற்றுத்தூக்கிக் கருவி (Air lift) பயன்படுத்தப்பட்டது.

மேலும் 23மீ ஆழமுள்ள பகுதியில் குதிரைக் குளம்பு வடிவம் கொண்ட கற்கட்டடப்பகுதி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பக்கவரைபடமானி இக் கட்டடத்தின் மேற்புறத்தோற்றம் முட்டை வடிவம் கொண்டதாயும் 40 x 20 x 3மீ அளவுடையது எனவும் கண்டுபிடித்தது. இது 1மீ உயரத்திற்கு மண்ணால் மூடப்பட்டுள்ளது. இக்கட்டடப்பகுதியின் வடக்கே 40மீ தூரத்தில் மற்றுமொரு சிறு கட்டடப்பகுதி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது (படம்-31அ).

இவ்வாய்வு மேற்கொண்டபோது 19-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பல் ஒன்று பூம்புகார் பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு ஆய்வு நடைபெற்று வருகிறது(படம்-31ஆ).

மகாபலிபுரம்

பல்லவர் காலத்தில் சிறந்து விளங்கிய தமிழகத் துறைமுகமான மகாபலிபுரத்திற்கு கிழக்கே கடலில் மூழ்கியதாகக் கருதப்படும் கோயில்களைப் பற்றி தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனத்தினரும், இந்தியத் தொல்லியல் துறையினரும்

தனித்தனியே ஆய்வுகள் செய்தனர். 5 மீ-15மீ ஆழத்தில் கோயில் கட்டடப் பகுதியின் எச்சங்களைக் கண்டறிந்துள்ளனர். மேலும் அண்மையில் நிகழ்ந்த சுனாமிப் பேரழிவில் மண்ணுக்கு வெளியே தெரியும்படி வண்டலில் மூழ்கிய கோயிற்கட்டடங்களின் பகுதிகள் மாற்றியமைக்கப்பட்டதாகவும் தெரிவித்துள்ளனர்(படம்-32). இவ்வகை ஆய்வை இங்குத் தொடர்ந்து நிகழ்த்த உள்ளனர். விரிவான ஆய்வுக்குப் பின்னர் வரலாற்றுச் சின்னங்கள் குறித்த சான்றுகள் பல கிடைக்கும்.

லட்சத்தீவுகள்

லட்சத்தீவின் மக்கள் குடியேற்றம் பற்றிய தெளிந்த வரலாறு இல்லை. சங்க காலத்திலிருந்தே அரபிக்கடல் பகுதியில் பயணம் செய்த பெரிப்ளஸ், தாலமி, பாஹியான், கஸ்மாஸ், அல்-மசூதி, இபின்பதூதா போன்றோர் இத்தீவுகளைப் பற்றிய குறிப்புகள் எழுதியுள்ளனர். இத்தீவுகள் அரபு நாடுகளுக்கும், இந்தியா மற்றும் கிழக்காசிய நாடுகளுக்கும் இடையில் உள்ளதால் கடல் போக்குவரத்தில் முக்கியத்துவம் பெற்று விளங்கியது. இது மாலுமிகளுக்குச் சரியான திசையைக் காட்டவும் உதவியது. இந்திய தேசியக் கடலகழாய்வு நிறுவனம் கவரத்தி, ஆண்ட்ரோத், அகதி, அமினி ஆகிய தீவுகளில் நிலப்பகுதியில் நிகழ்த்திய கடலகழாய்வில் சிவப்பு, கருப்பு, இளஞ்சிவப்பு, பளபளப்பான சிவப்பு பானை ஓடுகள் ஆகியன கண்டெடுக்கப்பட்டன.

சுகேலித் தீவு கடற்பகுதியில் மூழ்கிய ஒரு கப்பலின் பாகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. மினிக்காய் தீவில் 4 மீட்டரிலிருந்து 10மீட்டர் ஆழத்தில் மூழ்கிய இரு கப்பல்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன(படம்-33 அ,ஆ,இ).

பிரின்ஸ் ராயல் கப்பல் ஆய்வு

இந்தியத் தொல்லியல் துறையின் கடலகழாய்வுப் பிரிவு, இந்தியக் கடற்படையின் உதவியுடன் 2002 -ஆம் ஆண்டு லட்சத் தீவுகளில் ஒன்றான பங்காரம் தீவிற்கருகில் 54 மீட்டர்

ஆழத்தில் 1790-99-ஆம் ஆண்டுகளில் மூழ்கிய பிரின்ஸ் ராயல் என்னும் ஆங்கிலேயே கப்பலை ஆய்வு செய்தது.

சிறந்த தொல்லியல் நெறிமுறைகளுடன் மிகுந்த ஆழத்தில் இந்தியக் கடற்பகுதியில் மேற்கொள்ளப்பெற்ற முதல் ஆய்வாக இதைக் கருதலாம். இக்கப்பலைக் கண்டுபிடிக்க ஆய்வுக் கப்பலில் கடலாய்வுக் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டு கப்பல் மூழ்கிய இடம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அகழ்வு செய்யும் முன்னர் மூழ்கிய கப்பலிலிருந்து சிதறிய பொருட்கள் மற்றும் பிற விவரங்கள் முறையாகப் பதிவு செய்யப்பட்டன. அளவீட்டுச் சட்டகங்கள் உருவாக்கப்பட்டு கப்பல் மூழ்கிய பகுதி நிழற்படங்களாகப் பதிவு செய்யப்பட்டன. கப்பல் மூழ்கிய இடம் தென்பகுதி, வடபகுதி என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது.

தென்புறப்பகுதியில் மூன்று பீரங்கிகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. பவளப்பாறைகள் உள்ள தரைமேற்பகுதியை சுத்தம் செய்வது மிகவும் கடினமான செயலாய் இருந்தது. நீர்வாரி, காற்றுத்தூக்கிக் கருவிகளைக் கொண்டு மூழ்கிய பொருட்களின் மேலுள்ள வண்டல் மற்றும் மென்மையான கடற்பாசிகள் அப்புறப்படுத்தப்பட்டன.

தெற்குப் பகுதியில் பீரங்கிகளுக்கு அருகே கருஞ்சிவப்பு பானையோடுகள், பச்சை நிறக் கண்ணாடித்துண்டு, செம்பினாலான ஆணிகள், மற்றும் பிற இரும்புப் பொருட்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. வடக்குப் பகுதியில் அதிக எண்ணிக்கையிலான செங்கற்கள், மண்சாடிகள், மரத்துண்டுகள், செம்புத் தட்டு, சீனக் களிமண்ணாலான பானை ஓடுகள், புடைப்புருவம் கொண்ட சிவப்புப் பானை ஓடுகள் ஆகியனவும் கண்டெடுக்கப்பட்டன. மேலும் மற்றோரிடத்தில் மெருகூட்டப்பட்ட மண்சாடிகளும், செம்பிலான பாத்திரமும் கண்டெடுக்கப்பட்டன (படம்-34,35).

கடலடியில் காணப்பட்ட நான்கு பீரங்கிகளில் ஆய்வுக்காக 1.5 டன் எடையுள்ள ஒரு பீரங்கி மட்டும் வெளிக்

கொணரப்பட்டது. மேலும் 36 மீட்டர் ஆழத்தில் 5 மீட்டர் நீளமுள்ள இரும்பு நங்கூரம் ஒன்று கண்டறியப்பட்டது. கப்பல் கட்டப் பயன்படுத்தப்பட்ட செம்பாலான ஆணிகள், அறையாணிகள், கம்பிகள் ஆகியனவும் வெளிக் கொணரப்பட்டன. இக்கப்பலில் இருந்த 49 செ.மீ உயரமுள்ள 100 கிலோ எடையுள்ள செம்பாலான கப்பல் மணியும் இப்பகுதியில் கண்டெடுக்கப்பட்டது. இம்மணியில் Prince Royal 1792 என்ற எழுத்துப் பொறிப்பு காணப்படுகிறது. 18-ஆம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலங்களில் கப்பலின் மரப்பகுதியைத் துளையிடும் கடற்பூச்சிகளிடமிருந்து காக்க கப்பலின் அடிப்பகுதியில் செப்புத்தகடுகள் வேயப்பட்டன. இதுபோன்ற செப்புத்தகடுகள் மூழ்கிய இக்கப்பலிலும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. இத்தகடுகளில் இதைத் தயாரித்த நிறுவனத்தின் பெயரான 'பாரி மைன்ஸ் கம்பெனி' என்ற எழுத்துக்களும் நிறுவன முத்திரையும் பொறிக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கப்பல் குறித்த ஆய்வுகள் தொடர்ந்து நடைபெற்று வருகின்றன.

மால்வான்

மகாராஷ்டிர மாநிலம் சிந்துதுர்க் மாவட்டத்தில் மால்வான் என்னும் துறைமுகம் அமைந்துள்ளது. இது கிறித்துவக் காலத்திலேயே அரன்னோபாஸ் (Aurannoboas) என்னும் துறைமுக ஊராக விளங்கியது. மராட்டிய மன்னர் சிவாஜி மால்வானிலும் சிந்து துருக்கத்திலும் தனது கப்பல் படையின் முக்கியத்துவம் கருதி கோட்டைகள் கட்டினார். மால்வானிலிருந்து 2கி.மீ தொலைவில் குர்ட் (Kurte) என்னும் தீவில் சிந்துதுர்க் கோட்டையைக் கட்டினார். அருகிலுள்ள பத்மகாட் (Padmagad) என்னும் கப்பல் துறையையும் கட்டினார். இப்பகுதியில் மேற்கொள்ளப்பட்ட தொல்லியல் ஆய்வில் முக்கோண, செவ்வகப்பட்டை கல்நங்கூரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை பழங்காலத்தில் நங்கூரங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுப் பின்னர் கட்டடக் கற்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன (படம்-36). இந்நங்கூரங்கள் கி.மு.3-ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து கி.பி.2-ஆம் நூற்றாண்டு வரை பயன்படுத்தியிருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

விஜயதுர்க்

மகாராஷ்டிரா மாநிலம் சிந்துதுர்க் மாவட்டம், தேவ்கட் (Devgad) வட்டத்தில் வகோதான் (Vaghota) நதி முகத்துவாரத்தின் தென்பகுதியில் விஜயதுர்க் அமைந்துள்ளது. சாதவாகனர் காலத்தில் இது சிறப்புப் பெற்றிருந்தது. இவ்வூரைப் பெரிப்ளஸ் மற்றும் பிளினி ஆகிய வெளிநாட்டுப் பயணியர் குறித்துள்ளனர் என்பதால் இவ்வூரும் கிறித்துவ காலத்திலிருந்தே இருந்திருக்க வேண்டும். நிலப்பகுதியில் நிகழ்த்தப்பெற்ற அகழாய்வில் கிடைத்த சான்றுகளைக் கொண்டு கி.மு.2-ஆம் நூற்றாண்டு முதல் கி.பி.2-ஆம் நூற்றாண்டு வரை மத்தியத் தரைக்கடல் நாடுகளுடன் இத்துறைமுக நகரம் தொடர்பு கொண்டிருந்தது எனலாம். சாதவாகனராட்சிக்குப் பின் இது வீழ்ச்சியடைந்தது. பின்னர் இவ்வூர் சிவாஜி காலத்தில் கடற்படைத் துறைமுகமாக உருவானது. ஐரோப்பியர்களுடனான போரில் பல கப்பல்கள் இப்பகுதியில் மூழ்கடிக்கப்பட்டன. எனவே இப்பகுதியின் முக்கியத்துவம் கருதி தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம் உலோகம் கண்டுபிடிக்கும் மெட்டல் டிடக்டர் என்னும் கருவி கொண்டு ஆய்வு செய்தது.

நீரில்மூழ்கி ஆய்வு செய்ததில் 122மீ நீளம், 7மீ அகலம் 3மீ உயரம் கொண்ட கட்டடப் பகுதிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. எதிரிகளிடமிருந்து தமது கோட்டையைக் காப்பாற்றவும், எதிரிக் கப்பல்களை மூழ்கடிக்கவும் இது அப்போது கட்டப்பட்டிருக்கலாம் என ஆய்வாளர் கருதுகின்றனர்(படம்-37). காற்றுத் தூக்கிகளின் உதவியுடன் மேலே எடுக்கப்பட்ட பொருட்களில் நிலக்கரி, இரும்பு உருக்கு, மட்பாண்டங்கள் போன்ற இடைக்காலத்தைச் சார்ந்த பொருட்கள் காணப்பட்டன.

இவ்வூருக்குச் சற்றுத் தொலைவில் 13-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த கப்பல் துறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இத்துறை 110மீ நீளமும் 25மீ அகலமும் உடையது. இத்துறையில் 500 டன் எடையுள்ள கப்பல்கள் நுழையும் வசதியிருந்தது. இக்கப்பல் துறையின் நுழைவு வாயிலின் தரைப்பகுதியில் 7மீ அகலம் மேற்பகுதியில் 12மீ அகலம்

உள்ளவாறு கட்டப்பட்டிருந்தது. இத்துறையின் ஒருபக்கம் இயற்கையாக அமைந்த பாறைப் பகுதியும், மறுபுறம் கற்களால் கட்டப்பட்டும் இருந்தது. இங்கு மிகுந்த எண்ணிக்கையிலான முக்கோண, செவ்வக கல்நங்கூரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. மேலும் கல்லால் ஆன துளையிடப்பட்ட தூண்கள் கப்பலைக் கட்ட ஏதுவாக கப்பல் துறையில் நடப்பட்டிருந்தன.

கோவா

இந்தியாவின் கடல்பகுதியில் பல கப்பல்கள் மூழ்கியுள்ளன. இவற்றைத் தேடும் நோக்கில் கோவாப் பகுதியில் முதன்முதலில் தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம் தனது முயற்சியைத் தொடங்கியது. ஆவணக் காப்பகங்களில் உள்ள ஆவணங்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு மூழ்கிய கப்பல்களைப் பற்றிய ஆய்வு தொடங்கப் பெற்றது.

கல்கத்தா துறைமுகத்தை நோக்கிச் சென்ற 12 போர்த்துக்கீசியக் கப்பல்கள் கோவாவிலுள்ள அகுவாடா கடற்பகுதியில் மூழ்கின. மேலும் நெருல் ஆற்றுமுகத் துவாரத்தில் ஏழு சிறிய கப்பல்கள் 1648-ஆம் ஆண்டு புயல் காரணமாக மூழ்கின. மண்டோவி நதி முகத்துவாரத்தில் 1861-ஆம் ஆண்டு ஒரு கப்பலும், 1862-ஆம் ஆண்டு மற்றோர் கப்பலும் மூழ்கின. கோவா கடற்பகுதியில் நீரில்மூழ்கி செய்யப்பட்ட ஆய்வில் கப்பலொன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதில் இரும்பு நங்கூரங்கள், பீரங்கிகள் ஆகியன கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. மேலும் கிராண்டி தீவுக் கடற்பகுதியில் 8மீ லிருந்து 10மீ ஆழத்தில் இரும்புக் கப்பலின் அடிப்பகுதி, அறைகள், தளங்கள் ஆகியனவும் காணப்பட்டன(படம்-38,39).

இராமேஸ்வரம் கடற்பகுதி ஆய்வுகள்

இராமேஸ்வரம் கடற்பகுதியில் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் சிறிய அளவிலான பல அகழாய்வுகளை நிகழ்த்தியுள்ளது. இந்த ஆய்வுகளில் இரண்டு இரும்பு நங்கூரங்களும் நான்கு கல்நங்கூரங்களும் கடலில் கண்டெடுக்கப்பட்டன.

இரும்பு நங்கூரங்கள்

1986-ஆம் ஆண்டு தொண்டி கடல்பகுதியில் 10 மீ ஆழத்தில் ஒரு டன் எடையுள்ள 19-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த இரும்பு நங்கூரம் அகழ்வு செய்யப்பட்டடு வெளிக் கொணர்ந்து மேற்புரங்கள் சுத்தப்படுத்தப்பட்டன. நங்கூரத்தின் நீளம் 2 மீ ஆகும். நங்கூரத்தின் ஒரு பகுதி தரையில் புதைந்திருந்ததால் அதன் ஒரு பல் பகுதி அரிக்கப்பட்டிருந்தது. நங்கூரத்தின் இருபுறங்களிலும் GUERIGNY 1864 என்று பொறிக்கப் பட்டுள்ளது (படம்-40). GUERIGNY என்பது பிரான்சு நாட்டின் மையப் பகுதியிலுள்ள ஒரு நகரமாகும். இந்நகரம் பழங்காலத்திலிருந்தே இரும்பு பொருள் உற்பத்தியில் சிறந்து விளங்கியது. இந்நங்கூரம் இந்நகரிலேயே செய்யப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.

இதே போன்ற உருவ அமைப்புடைய ஆனால் சிறிய இரும்பு நங்கூரம் ஒன்று முல்லைத் தீவிற்கு அருகிலுள்ள கடலில் எடுக்கப்பட்டது. இது மிகவும் துருபிடித்த நிலையில் உள்ளதால் இந்நங்கூரம் சுமார் 300 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டதாக இருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். இந்நங்கூரம் சிதைந்த நிலையில் உள்ளதால் பெயர் பொறித்த எழுத்துக்கள் எவையும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இந்நங்கூரங்கள் இரண்டும் தஞ்சாவூர் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக அருங்காட்சியகத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளன .

கல் நங்கூரங்கள்

இர்ாமேஸ்வரத்திற்கருகிலுள்ள குருசடித்தீவுக் கடலில் தெற்கே 2.4மீ ஆழத்தில் உலகில் மிகப்பெரிய கல்நங்கூரங்களில் ஒன்று கண்டெடுக்கப்பட்டது செவ்வகப் பட்டை வடிவம் கொண்ட இந்நங்கூரம் சுமார் 3மீ நீளமும் அடிப்பகுதி 60செமீ X 60செமீ அளவும் கொண்டது. கீழ்பகுதியில் மரக்கட்டைகள் அடிப்பதற்கு ஏதுவாக இரு செவ்வகவடிவ துளைகள் இடப்பட்டுள்ளன. நங்கூரத்தின் மேற்பகுதியில் கயிற்றுடன் கட்டுவதற்கான வட்டத்துளை ஒன்று உள்ளது. கலவைப்பாறை வகைக் கல்லாலான இந்நங்கூரம்

இடைக்காலத்தை சேர்ந்தது எனவும், பிற துறைமுகத்திலிருந்து வந்த கப்பலில் இருந்து விடப்பட்டதாக இருக்கலாம் எனவும் கருதப்படுகிறது.

இதுபோன்றே கலவைப் பாறையிலான சிறியவகை நங்கூரம் ஒன்று பூமரிச்சான் தீவுக் கடலில் 10.5மீ ஆழத்தில் கண்டெடுக்கப்பட்டது. இந்நங்கூரத்தில் கயிறுகட்டும் துளையில்லை. கிரானைட்கல்லால் ஆன மற்றொரு கல் நங்கூரம் வேதாளை என்னும் கிராமத்தில் கண்டெடுக்கப்பட்டது. இந்நங்கூரத்திலும் கயிறு கட்டப்படும் துளைகள் காணப்படவில்லை. மேலும் இடைக்காலத் துறைமுகமான பெரியபட்டினத்தில் கப்பலாறு என்னுமிடத்தில் சாய்சதுர வடிவ பட்டைக் கல் நங்கூரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்நங்கூரத்தில் ஒற்றைத் துளைமட்டும் காணப்படுகிறது. இவையாவும் இடைக்காலத்தைச் சார்ந்தவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன (படம்-41,42,43).

பெரிய நங்கூரம் 1650 டன் எடையுள்ள கப்பலுக்கும், இரண்டாவது நங்கூரம் 70 டன் எடையுள்ள கப்பலுக்கும், கிரானைட் நங்கூரம் 330 டன் எடையுள்ள கப்பலுக்கும் பயன்பட்டிருக்கலாம் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

6. ஆய்வுச் சான்றுகள்

கடல்சார் தொல்லியலில் தொல்பொருட்களைக் கண்டுபிடிக்கவும் தொல்லியல் இடங்களை இனங்காணவும் பல சான்றுகள் பயன்படுகின்றன. இந்தியாவைப் பொறுத்தமட்டில் கீழ்வரும் சான்றுகள் கடல்சார் தொல்லியலுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

1. இலக்கியங்கள்
2. அயல்நாட்டினர் பயணக் குறிப்புகள்
3. நில அகழாய்வு அறிக்கைகள்
4. கல்வெட்டுகள், ஓலைச்சுவடிகள்
5. காலனியாதிக்க கால அரசு, வணிக ஆவணங்கள்
6. துறைமுகப் பதிவேடுகள், கப்பல், தனியார் நாட்குறிப்பேடுகள்
7. கள ஆய்வின் மூலம் கிடைக்கும் செய்திகள்

இலக்கியங்கள்

தமிழ் இலக்கியங்கள் பலவும் துறைமுக நகரங்களைப் பற்றிய செய்திகளைத் தருகின்றன. சங்க இலக்கியங்களில் பண்டைய துறைமுகங்களான பூம்புகார், கொற்கை, அரிக்கமேடு, முசிறி, தொண்டி ஆகிய துறைமுக நகரங்களைப் பற்றிக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இக்குறிப்புகளோடு கடற்செலவில் பயன்படுத்தப்பட்ட கலங்களின் வகைகள், நங்கூரங்கள், துறைமுகக் கட்டடங்களான படகுத் துறைகள், கலங்கரை

விளக்கங்கள் ஆகியன குறித்த செய்திகளையும் தருகின்றன. இவை கடல்சார் வரலாற்றை மீளுருவாக்கம் செய்யப் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மணிமேகலை என்னும் நூல் பூம்புகார் துறைமுகம் கடலில் மூழ்கியதை மூன்று இடங்களில் குறிப்பிடுகிறது. இச்செய்தி அக்காலத்தில் நிகழ்ந்த இயற்கை சீரழிவைக் குறிப்பது மட்டுமன்றிக் கடலில் நகரம் மூழ்கியதையும் தெரிவிக்கிறது. இச்செய்தியை அடிப்படையாகக் கொண்டு கடலில் ஆய்வு செய்தபோது கட்டடப் பகுதிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. நிலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட செங்கற்களாலான படகுதுறைகளைப் பற்றிய குறிப்புகள் பட்டினப்பாலையில் இடம்பெற்றுள்ளன. இதுபோன்று இடைக்கால இலக்கியங்களும் தமிழகத் துறைமுகங்களைக் குறித்த செய்திகள் பலவற்றைத் தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சைவத்திருமுறைகளில் ஒன்றான திருவாசகம் நாகபட்டினம் குறித்த பல செய்திகளைத் தருகிறது. ஆகவே, இலக்கியங்கள் கடலாய்வுக்கு பயன்படுவதை அறிய இயலுகிறது.

அயல்நாட்டினர் பயணக் குறிப்புகள்

பண்டைய துறைமுகங்கள், அவற்றின் அமைவிடம் குறித்த செய்திகள் முதலியன அயல்நாட்டினரின் பயணக் குறிப்புகளில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. தமிழகக் கடற்கரையில் சங்க காலத்திலிருந்த துறைமுகங்களான பூம்புகார், அரிக்கமேடு, கொற்கை, தொண்டி போன்ற துறைமுகங்கள், அவைகளுக்கு இடையேயிருந்த தொலைவு, ஏற்றுமதி, இறக்குமதி பொருட்கள் குறித்த செய்திகளைப் பயணக் குறிப்புகளில் காணமுடிகிறது. மெகஸ்தனிஸ், ஆரியன், டாலமி, பிளினி ஆகியோரின் குறிப்புகள் பெரிப்ளஸ் நூல் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கன. இவை தமிழகத்திலிருந்த சங்ககாலத் துறைமுகங்கள் பற்றிக் குறிப்பிடுகின்றன. இடைக்காலத்தில் பயணம் செய்த மார்கோபோலோ, இபின்பதுதா போன்றோரின் குறிப்புகள் அக்காலத் துறைமுகங்களைப் பற்றிக் குறிப்பிடுகின்றன. மார்க்கோபோலோ கொற்கைத் துறைமுகம் குறிப்பிடாமல் காயல் என்ற துறைமுகத்தைக் குறிப்பிடுகிறார். சங்க காலத்திலிருந்த கொற்கைத் துறைமுகத்தை

இடைக்காலத்தில் கடல் பின்வாங்கி உள்நாட்டு நகரமாக மாற்றியதால் காயல் என்னும் புதிய துறைமுகம் உருவானதை இதன் மூலம் அறிய இயலுகிறது. மேலும் காலனியாதிக்க காலங்களில் பயணம் செய்த பல பயணிகள் இந்திய கடற்கரைப் பகுதியிலிருந்த துறைமுகங்களைப் பற்றிய குறிப்புகளையும், கப்பல், படகு போன்றவற்றின் குறிப்புக்களையும் தந்துள்ளனர். எடுத்துக்காட்டாக, 17-ஆம் நூற்றாண்டில் பயணம் செய்த வர்தேமா என்னும் பயணி இந்தியப் பகுதியிலிருந்த கப்பல்களில் கல் நங்கூரங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டதை விளக்கியுள்ளார். இந்தியக் கடல் பகுதியில் பல கல் நங்கூரங்கள் தற்போது கண்டெடுக்கப்பட்டு ஆய்வு செய்யப்பட்டு வருவது குறிப்பிடத்தக்கது. எனவே, அயலவர் பயணக் குறிப்புகள் கடல்சார் தொல்லியலில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தனவாகும்.

நில அகழாய்வு அறிக்கைகள்

பழைய துறைமுகப் பகுதிகளில் நிகழ்த்தப்பெற்ற அகழாய்வுகள் துறைமுகத்தின் அமைவிடம், அதன் செயற்பாடு குறித்த பல புதிய செய்திகளைத் தருவனவாக அமைகின்றன. தமிழகத்தில் அரிக்கமேடு, பூம்புகார், அழகன்குளம், கொற்கை ஆகிய சங்ககாலக் கடற்கரை ஊர்களில் நிகழ்த்தப்பெற்ற அகழாய்வுகள் மூலம் இத்துறைமுகங்கள் பழங்காலத்தில் மத்தியத் தரைக்கடல் நாடுகளுடன் வணிகத் தொடர்பு கொண்டிருந்தமையையும் துறைமுகக் கட்டுமானங்களைக் கொண்டிருந்தமையையும் தெரிவிக்கின்றன. இப்பகுதிகளில் கிடைத்த பானை ஓடுகளில் காணப்படும் படகு, கப்பலின் கீறல் உருவங்கள் இப்பகுதியில் கடலாய்வு மேற்கொள்ளும் முயற்சிக்கு மேலும் வலுசேர்ப்பனவாக அமைகின்றன. பூம்புகார் பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கட்டடச் சிதைவுகள் கடலகழாய்வு முயற்சிக்கு முன்னுதாரணமாக விளங்கின. இடைக்காலத் துறைமுகமான பெரியபட்டினம் (இராமநாதபுரம்) சீன நாட்டுடன் வணிகத் தொடர்பு கொண்டிருந்தது. இதன் விளைவாக நிகழ்த்திய கரையோர ஆய்வில் கல் நங்கூரம் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மேலும் இக்கடல் பகுதியில் நான்கு கல் நங்கூரங்கள் எடுக்கப்பட்டன. எனவே, நிலத்தில்

மேற்கொள்ளப்படும் அகழாய்வுகளும் கடலகழாய்வுக்குத் தேவையான சான்றுகளைத் தருவனவாக உள்ளன.

கல்வெட்டுக்கள்

சங்க காலக் கல்வெட்டுக்கள் துறைமுகங்களைப் பற்றிய குறிப்புகளைத் தரவில்லை. ஆயினும் இடைக்காலக் கல்வெட்டுக்கள் அதிக அளவிலான செய்திகளைத் தருகின்றன. இக்கல்வெட்டுக்களின் துணையுடன் இதுவரை 20க்கும் மேற்பட்ட இடைக்காலத் தமிழகத் துறைமுகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் இத்துறைமுகங்களில் நிகழ்ந்த வணிகப் பரிமாற்றங்கள், கப்பல் போக்குவரத்து போன்றவற்றையும் தரும் சான்றுகளாக அவை விளங்குகின்றன.

ஓலைச்சுவடிகள்

ஓலைச்சுவடிகள் பெரும்பாலும் இலக்கிய, மருத்துவச் செய்திகளையே தருகின்றன. பழங்காலத்தில் பிற கலைகளின் நுட்பம் குறித்த நூல்களும் ஓலைச்சுவடியில் எழுதப்பட்டன. அவ்வகையில் *'கப்பல் சாத்திரம்'*, *'நாவாய் சாத்திரம்'* என்னும் இரு நூல்கள் கப்பல் கட்டும் கலையைப் பற்றிக் கூறுகின்றன. இது கடற்செலவுத் தொல்லியலுக்கு பெரும் பயனாய் அமைகிறது. 12-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த *'யுக்தி கல்பதரு'* என்ற வடமொழி நூல் கப்பற்கட்டுமானக் கலையைப் பற்றிக் குறிப்பிடுகிறது. இவையாவும் ஓலைச்சுவடிகளிலிருந்து பெறப்பட்டவையே. எனவே, ஓலைச்சுவடிகளும் கடல்சார் தொல்லியலுக்குச் சிறந்த சான்றுகளாய் அமைகின்றன.

காலனியாதிக்க கால அரசு, வணிக ஆவணங்கள்

இவ்வகை ஆவணங்களில் கப்பல்கள் பற்றிய குறிப்பு, வணிகப் பொருட்கள், ஏற்றுமதி, இறக்குமதிப் பொருட்கள், வரி, காணாமல் போன கப்பல்களைப் பற்றிய விவரங்கள், கப்பல் மூழ்கிய குறிப்பு ஆகியனவற்றைத் தருவன. சில ஆவணங்கள் கப்பல் எங்கு மூழ்கியது என்ற குறிப்புகளையும் தருவனவாகும். கடல்சார் வணிகப் பரிமாற்றங்கள் குறித்த போர்த்துக்கீசிய, டச்சு, பிரான்சு, ஆங்கில காலனியாதிக்க

காலங்களின் ஆவணங்கள் பெருமளவில் ஆவணக் காப்பகங்களில் உள்ளன. அவற்றை ஆய்வு செய்தால் மூழ்கிய கப்பல்களைப் பற்றிய செய்திகள் கிடைக்கும். கோவாவிலுள்ள தேசிய கடலாய்வு நிறுவனம் இவ்வாவணங்களிலிருந்து 200-க்கும் மேற்பட்ட மூழ்கிய கப்பல்களைப் பற்றிய செய்திகளைச் சேகரித்துள்ளது.

துறைமுகப் பதிவேடுகள், கப்பல்கள் நாட்குறிப்புகள்

துறைமுகங்களில் ஒவ்வொரு நாளும் வந்து சென்ற கப்பல்கள், சரக்குகளின் ஏற்றுமதி, இறக்குமதி, பிற கப்பல்கள் பற்றிய செய்திகள் ஒவ்வொரு நாளும் குறிப்புகளாகப் பதிவேட்டில் பதியப்படுகின்றன. சென்ற சில நூற்றாண்டுகளில் இருந்த துறைமுக நாட்குறிப்புகளில் மூழ்கிய பல கப்பல்களைப் பற்றிய செய்திகளும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன.

ஒவ்வொரு கப்பலிலும் அது சென்ற இடம், அட்சரேகை, தீர்க்கரேகை, நாள், நேரம், பிற கப்பல்கள் பற்றிய விவரம், மூழ்கிய கப்பல்கள் பற்றிய விவரம் ஆகியன பற்றிய செய்திகள் அதன் நாட்குறிப்பில் பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கும். பழைய கப்பல்களின் ஆவணங்களைப் பரிசோதித்தால் மூழ்கிய கப்பல்கள் பற்றிய விவரங்கள் கிடைக்கும்.

பயணக் குறிப்புகள் போன்று தனியார் பலர் எழுதிய நாட்குறிப்புகள் கடல்சார் வரலாற்றை அறியவும் மூழ்கிய கப்பல்களைப் பற்றி அறியவும் மிகவும் துணைபுரிகின்றன. அவ்வகையில் பிரெஞ்சு ஆட்சியின்போது பாண்டிச்சேரியிலிருந்த ஆனந்தரங்கம் பிள்ளை என்பவரின் நாட்குறிப்பு பல கடல்சார் செய்திகளைத் தெரிவிக்கின்றது. பாண்டிச்சேரி துறைமுகத்திற்கு வந்த கப்பல்கள் பெயர், அளவு, ஏற்றுமதி, இறக்குமதி, பிற இடங்களில் மூழ்கிய கப்பல்கள் பற்றிய குறிப்புகள் அந்நாட்குறிப்பில் காணப்படுகின்றன. மெக்கன்சி என்பார் சேகரித்த ஆவணங்களில் பல கடல்சார் வரலாறு மற்றும் தொல்லியலுக்கு மிகவும் பயன்படுவதாக உள்ளன.

கள ஆய்வு

மேற்கண்ட சான்றுகள் மட்டுமன்றி மூழ்கிய கப்பல்கள், கட்டடப் பகுதிகளைப் பற்றி அறிவதற்குக் கடற்கரைப் பகுதியில் கள ஆய்வு மேற்கொள்ளப்படவேண்டும். மரபுவழி மீன்பிடிப்போரிடம் கடலடியில் பிறபொருட்கள் இருப்பதற்கான சான்றுகள் உள்ளனவா எனவும், கடற்கரை அமைப்பு மாற்றம் குறித்தும் விளக்கம் பெற்றுச் சான்றுகளைத் திரட்டலாம்.

7. கடற்கரை அமைப்பு மாற்றம்

நீரகழாய்வில் பெரும்பகுதி கடலில் நிகழ்த்தப் பெறுவதால், கடற்கரை அமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்துக் கொள்வது முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. பண்டைக் காலங்களில் துறைமுகங்கள் நதி முகத்துவாரங்களில் அமைந்திருந்தன. காலப்போக்கில் நதியின் போக்கு மாறக்கூடியதாகையால் துறைமுக நகரங்கள் கடலில் மூழ்கியோ அல்லது நிலத்தில் உள் வாங்கியோ இடம் மாறித் தமது செல்வாக்கை இழந்திருக்க வாய்ப்புண்டு. இது போன்ற இடங்களை அறிவதற்கு பண்டைய, தற்கால கடற்கரை அமைப்பை அறிந்திருத்தல் அவசியமாகும்.

ஒரு கடற்கரைப் பகுதியில் கடற்கரை முன் செல்வதும் பின் செல்வதும், கடல்மட்டம் உயர்வதும் தாழ்வதும், அக்கடல் பகுதியின் வெப்பம், அடர்த்தி, நீரோட்டம் காற்றின் திசை மற்றும் வேகம், நிலவியல் தன்மை, ஆற்றின் மூலம் அடித்து வரப்படும் நீர், வண்டல் முதலியவற்றால் வேறுபடுவன. அவைபற்றி இங்கு விவரிக்கப்படுகிறது.

கடற்கரை அமைப்பு மாற்றம் கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் நிகழ்கிறது.

1. பனிப்படர்வுக் (ice age) காலத்தில் துருவப் பகுதியிலுள்ள பனியின் அளவு உயர்ந்து கடல் மட்டம் குறைவதும், வெப்ப உயர்வுக் காலங்களில் துருவப் பகுதியிலுள்ள பனி உருகிக் கடலின் மட்டம் உயர்வதும் நிகழ்கிறது. இக் கடல் மட்ட மாற்றங்கள் உலகெங்கிலும் ஒரே அளவில்

ஒரே காலத்தில் நிகழ்கிறது. இதனால் கடற்கரை அமைப்பு மாற்றம் பெறுகிறது. இது குறித்து விரிவாகப் பிறிதொரு பகுதியில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

2. புவியின் மேலடுக்கில் காணப்படும் நிலத் தகடுகள் (Plate Tectonics) ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும் போது அல்லது விலகிச்செல்லும் போது, விளிம்புப் பகுதி கீழிறங்குவதும், மேலெழுவதும் நிகழ்கிறது. இந்நிலத் தகடுகள் மோதுவதால் ஏற்படும் அதிர்ச்சியில் பேரலைகள் கடலில் உருவாகி கடற்கரை அமைப்பை மாற்றக்கூடும். ஆனால் இம்மாற்றம் உலகெங்கிலும் ஒரே மாதிரியாக நிகழாது.

3. உலகில் கடற்கரையோர நீரோட்டங்கள் உள்ளன. அவை தமதுபோக்கில் கரையோர வண்டலைச் சேகரித்துச் செல்லும். இச்செயல் ஒரு இயற்கைச் சமன்பாட்டில் உள்ளது. இயற்கையாகவோ அல்லது மனிதனின் நடவடிக்கையாலோ இந்நீரோட்டம் தடுக்கப்பட்டால் வண்டல் அல்லது மணல் ஆகியன நீரோட்டப்பாதையில் தடுக்கப்பட்டு கரைப்பகுதி உருவாகும். இயற்கைச் சமன்பாட்டைச் சீர் செய்ய இந்நீரோட்டம் செல்லும் வழியில் மேல்பகுதியிலுள்ள கடற்கரையை அரித்துச்செல்லும். இந்தியாவில் மேற்குக் கடல்பகுதியில் கடற்கரையோர நீரோட்டம் வடக்கிலிருந்து தெற்காகவும், கிழக்குகடல் பகுதியில் தெற்கிலிருந்து வடக்காகவும் ஓடுகிறது. இந்நீரோட்டம் தடுக்கப்பட்டால் அதன் கீழ்ப்பகுதியில் புதிய நிலப்பகுதி உருவாகும். எடுத்துக்காட்டாக, தற்காலத்தில் வேதாரண்யம் பகுதியில் இயற்கை நிகழ்வால் வண்டல் தடுக்கப்பட்டு அதனால் நிலப்பகுதி உருவாகிறது. இயற்கைச் சமன்பாட்டை சீர்செய்ய கடல்நீரோட்டத்தின் மேல்பகுதியான நாகப்பட்டினம், பூம்புகார் பகுதிகளில் கடல் அரிப்பு ஏற்படுகிறது. இதனால் கடற்கரை அமைப்பில் மாற்றம் நிகழ்கிறது. இம்மாற்றம் உலகெங்கிலும் ஒரே நேரத்திலோ அல்லது ஒரே அளவிலோ நிகழ்வதல்ல.

4. பெரிய ஆறுகள் கடலில் கலக்கும் போது ஆண்டுதோறும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிலான வண்டல் மண்ணைக் கொண்டு வந்து சேர்க்கின்றன. இம்மண்ணின் அளவு

மாறாமல் ஒவ்வோர் ஆண்டும் சம இயக்க நிலையில் உள்ளது. இச் சம இயக்க நிலையில் மாற்றம் ஏற்படும்போது கடற்கரைப்பகுதி மாறும் இயல்புடையது. அதாவது கடலில் கொட்டப்படும் வண்டலின் அளவு (அணைக்கட்டுகள் அதிகம் கட்டப்படுதல் அல்லது பருவமழை குறைந்து ஆற்றின் நீர் கடலில் கலக்கும் அளவு குறைதல்) குறைந்தால் கடற்கரைப் பகுதியை அரிக்கும். பெருத்த மழை பெய்து அதிக வண்டல் கடலில் கொட்டப்பட்டால் புதிய நிலப்பகுதி உருவாகும். இந்நிகழ்வு ஒரு புதிய துறைமுகத்தை உருவாக்கவோ, மூழ்கடிக்கவோ இயலும். இது உலகெங்கிலும் ஒரே நேரத்தில் நிகழ்வதல்ல.

5. கடற்கரைப் பகுதிகளின் பல இடங்களில் கனிமவளம் நிறைந்திருக்கும். அக்கனிமத்தை எடுக்க அதிக அளவிலான தாதுக்கள் எடுக்கப்பட்டால் கடற்கரையின் அமைப்பு மாறவும், கழிவுப்பொருட்கள் துறைமுக நகரங்களிலிருந்து கடலில் கொட்டப்பட்டால் புதிய நிலப்பகுதி உருவாகவும் வாய்ப்புண்டு.

6. பெரும்புயல் கடற்கரையைத் தாக்கும்போது அது கரைகடக்கும் நிலப்பகுதியில் உயர்ந்த அலைகள் புகுந்து நிலப்பகுதியை அரித்துச் சென்றுவிடும். ஒரு துறைமுக நகர்ப் பகுதியில் இது நிகழ்ந்ததால் மீண்டும் பயன்படாத அளவிற்கு அப்பகுதியில் கடல்நீர் புகுந்து திரும்பிச் செல்லும். பின்னர் அத்துறைமுகம் பழைய நிலையை அடைவதற்கான சாத்தியக் கூறுகள் குறையும். எனவே அத்துறைமுகப்பகுதி பயனற்று அழியும். எடுத்துக்காட்டாக, 1964-ஆம் ஆண்டு வங்கக்கடலில் உருவான புயலில் இராமேஸ்வரம் தீவிலுள்ள தனுஷ்கோடி என்னும் ஊர் மொத்தமாகக் கடலில் மூழ்கியது. புயலுக்குப் பின் அங்கு எவரும் வசிக்கும் சூழ்நிலையற்றுப் போனது. மேலும் 1999-ஆம் ஆண்டில் ஒரிஸ்ஸாவில் ஏற்பட்ட புயலையும் அதனால் ஏற்பட்ட கடற்கரை மாற்றங்களையும் இவ்வாறான நிகழ்ச்சிக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் குறிப்பிடலாம்.

தட்பவெப்ப மாற்றங்களும் கடல்மட்ட வேறுபாடும்

உயிர்க்கோளமான இவ்வுலகில் மனிதனின் வாழ்க்கைமுறை ஆரம்பக்காலம் தொட்டு தட்ப வெப்ப மாறுபாடுகளால் வேறுபட்டு வந்துள்ளது. தட்ப வெப்ப வேறுபாட்டின் சுழற்சியால் கடல்மட்டம் உயர்ந்தும், தாழ்ந்தும் வந்துள்ளது. மேலும் எரிமலைக் குழம்புகளால் ஏற்படும் புவியியல் மாற்றம், நிலத்தகட்டின் நகர்வுகள், விண்கற்களால் பூமியில் நிகழ்ந்துவரும் மாற்றங்கள், விண்கதிர்களால் உருவான மாற்றங்கள் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவகையில் மனித வாழ்க்கை முறையை மாற்றியுள்ளன. இம்மாற்றங்கள் புறக்காரணிகள், அகக்காரணிகள் ஆகியவற்றால் நிகழ்வன. இவை பற்றிய அறிவியல் ஆய்வுகள் பல மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இவற்றை வரலாற்றுக்கால அடிப்படையில் நோக்கத்தகுந்த வகையில் அறிவியல் ஆய்வுகள் துல்லியம் பெறவில்லை.

ஆயினும் கடந்தகால அறிவியல் ஆய்வுகள் பூமிக்கும் சுற்றியுள்ள வளிமண்டலத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை மெய்ப்பிக்கின்றன. அதை உலக நடுக்கோட்டுப் பகுதியிலும் அதன் அண்மையிலும் உள்ள வெப்பப் பகுதியிலும் தட்ப வெப்ப வேறுபாடு தொடர்ச்சியாகச் சுழற்சிமுறையில் மாறுவதைக் காணமுடிகிறது. பனிக்காலமும் வெப்பகாலமும் மாறிமாறி பூமியில் நிகழ்ந்து கொண்டே இருக்கின்றன. பனிக்காலங்களின் (Ice Age) வகைகளான குன்ஸ் (Gunz), மின்டெல் (Mindel), ரிஸ் (Riss), ஊர்ம் (Wurm) எனப்படும் பனிக்காலங்கள் சுழற்சி முறையில் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் அமைந்திருந்தன என்பதை அறிவியல் ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன. ஒவ்வொரு பனிக்காலத்திற்குப் பின்னரும் ஒரு வெப்பக் காலம் உருவாகி பின்னர் பனிக்காலமும் உருவானது (படம்-44).

இன்றைக்குச் சுமார் 36,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் தற்போது இருந்த கடல்மட்டமே இருந்தது. 36,000 ஆண்டிலிருந்து 22,500 ஆண்டு வரை கடல்மட்டம் 10-20 மீட்டர் வரை உயரம் தாழ்ந்திருந்தது. இற்றைக்கு 18,000 ஆண்டுகளுக்கு முன் உலகில் கடல்மட்டம் மிகவும் குறைந்திருந்தது. 18,000 ஆண்டுக்குப் பின்னர் கடல் நீர்

மட்டம் திரும்ப உயரம் அதிகரித்திருந்தது. 6000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் அதன் அதிகரிப்புக் குறைந்து சம நிலையில் இருந்தது. தட்பவெப்பமும் சீரடைந்தது. இச்சமயத்திலேயே மனிதன் வேளாண்மைத் தொழிலை மேற்கொண்டான்.

இப்பெரிய ஒரு மாறுதலில் சிறியவகைத் தட்பவெப்ப சுழற்சியும் காணப்பட்டது. 1134 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை ஒரு சிறிய அளவிலான தட்பவெப்ப சுழற்சி ஏற்பட்டது. எனவே இம்மாற்றத்தால் ஒருமுறை குறைந்த வெப்பத்திலிருந்து அதிக வெப்பத்திற்கு மாற 567 ஆண்டுகளும் பின்னர் குறைந்த வெப்பத்திற்கு மாற 567 ஆண்டுகளும் ஆனது.

இம்மாற்றத்தின் ஒரு கட்டம் கி.பி.1433-ஆம் ஆண்டு வாக்கில் ஏற்பட்டதைப் பீட்டர்ஸன் என்னும் அறிஞர் கண்டறிந்தார். அவ்வாண்டில் உலகிலுள்ள அனைத்துக் கடல் புகுதியின் மட்டங்களும் உயர்ந்திருந்தன எனக் கண்டறிந்தார். கோள்களின் நிலைப்படி இவ்வாண்டில் சூரியப் புள்ளிகளின் வினைமாற்றங்கள் கூடியதுடன் கார்பன் 14 ஐசோடோப்பு உற்பத்தி பலமடங்கு அதிகரித்திருந்தது எனவும் அறியப்பட்டுள்ளது. இந்நிகழ்வுக்குப் பின்னர் உடனேயே சூரியப் புள்ளிகளின் வினைமாற்றம் குறைந்து சிறிய அளவிலான பனிப்படர்வு நிகழ்ந்தது. எனவே இவ்வாண்டை ஆதாரமாகக் கொண்டு 567 மற்றும் 1134-ஆம் ஆண்டுகளைச் சுழற்சிகாலமாகக் கருதி பின்னோக்கிய சுழற்சி காலங்களை அறிய முற்பட்டனர். இக் கணக்கீட்டின்படி கீழ்க்கண்ட ஆண்டுகளின் பொழுது சுற்றுப்புறச் சூழலில் பெருமாற்றம் நிகழ்ந்திருக்கலாம். கி.பி. 866, கி.பி 299, கி.மு. 268, கி.மு.835, கி.மு.1402, கி.மு.1969, கி.மு.2536, கி.மு.3103 மற்றும் அதற்கு முந்தைய சுழற்சி ஆண்டுகளில் வெப்பநிலை மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. மேற்கண்ட ஆண்டுகளை நோக்கினால் மனித சமுதாயத்தில் ஏற்பட்ட பண்பாட்டு சமய மாற்றங்கள் இச்சமயத்திலேயே நிகழ்ந்தது. எனக் கூறலாம். இதுபோன்ற கணக்கீட்டைப் பயன்படுத்தி உலகின் தட்ப வெப்ப மாற்ற காலத்தைக் கணக்கிட்டால் மனித சமுதாயத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களைக் கணிக்க இயலும். பழைய கற்காலக் கருவிகள் இந்தியாவில் கிடைக்கப்பெற்ற இடங்கள் தமிழகத்தில் சென்னைக்கருகிலுள்ள கொற்றலையார்

நதிப்பள்ளத்தாக்கு, மஹாராஷ்டிராவில் உள்ள நர்மதைப் பள்ளத்தாக்கு, பஞ்சாபிலுள்ள சோன் நதிப்பள்ளத்தாக்கு ஆகியவையாகும். இப்பள்ளத்தாக்குகளில் ஏற்பட்ட மண்ணடுக்கு மாற்றங்கள் கடல்மட்ட உயர்வு தாழ்வால் ஏற்பட்டவை. இந்நதிகளின் மண்ணடுக்குகளில் கிடைத்த கருவிகளின் காலத்தை, கடல்மட்ட வேறுபாடுகளின் ஆண்டைக் கொண்டு கணக்கிட இயலும். இவை இத்தகைய தட்ப வெப்ப மாற்றத்தினால் நிகழ்ந்தவை. இம்மாற்றங்கள் சுமார் 10,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிகழ்ந்திருக்கவேண்டும். இக்கணக்கீடுகள் தோராயமானவையே. மேலும் தொல்லியல், கடல்மட்ட வேறுபாடு குறித்த சான்றுகள் அதிகம் கிடைத்தால் காலக்கணிப்பு செப்பம் பெறும். ஆயினும் 10,000 ஆண்டுகளுக்கு பின்பு நிகழ்ந்த மனித நாகரிக மாற்றங்களை இவற்றால் நன்கு நோக்க இயலுகிறது. முதல் புதிய கற்காலம் மெகாட் (Mehgarh) என்னுமிடத்தில் கி.மு. 6000 ஆண்டளவில் உருவானதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சமயத்திலேயே பூமியின் தட்ப வெப்பம் சமச்சீர் நிலையிலிருந்தது. நாகரிகக்காலம் கி.மு. 2300 லிருந்து கி.மு.1800-ஆம் ஆண்டு வரை இருந்துள்ளது. ஹரப்பா, மொகஞ்சதாரோ, லோத்தல், காலிபங்கன் ஆகிய இடங்களில் நிகழ்த்தப்பெற்ற அகழாய்வுகள் இதற்குச் சான்றுபகர்கின்றன. இவ்விடங்களில் கண்டுபிடிக்கப் பட்ட, பெரிய குளம், தானியக் களஞ்சியங்கள், கப்பல்துறை, நகரியப் பகுதிகள் ஆகியன இவ்வூர்களின் சமூக மாட்சி மற்றும் பிற பகுதிகளுடன் தொடர்பு ஆகியனவற்றை நிருபிக்கின்றன. இக்காலங்களில் கலை, கட்டடம், நகர் மேலாண்மை, குடிமைஅரசு, வணிகம், கப்பல் போக்குவரத்து, கப்பல்துறை, சமூகப் படிநிலை ஆகியவை நுட்பம் பெற்றன. இவை கி.மு. 2300லிருந்து 1800-ஆம் ஆண்டு வரை நிகழ்ந்த மாற்றங்களாகும். இந்நாகரிகங்கள் கி.மு.1000-ஆம் ஆண்டளவில் நிகழ்ந்த வெள்ளப்பெருக்கு பூமித்தகட்டின் அசைவுகள், நதிகளின் போக்கு மாறுதல், கடல்மட்ட வேறுபாடு ஆகியவற்றால் திடீரென அழிந்தன. லோத்தல் என்னுமிடத்தில் நிலப்பகுதியில் காணப்படும் பண்டைய கப்பல்துறை இதன் எச்சமாக விளங்குகிறது.

இவற்றை நோக்கினால் பெரும்பாலும் ஒரு நாகரிகம் தொடங்கி முன்னேற்றம் பெற்றுச் சிதைய சுமார் 550

ஆண்டுகளாகிறது எனலாம். தமிழகத்தில் சுழற்சி ஆண்டுகளான கி.மு.268 முதல் கி.பி.299-ஆம் ஆண்டு வரை அதாவது கி.மு.3-ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து கி.பி.3-ஆம் நூற்றாண்டுவரையுள்ள காலத்தில் சங்க இலக்கியங்கள் தோன்றின. எழுத்துமுறை வளர்ச்சியுற்றது. பெருங்கற்படைச் சின்னங்கள் நாகரிக காலம் உன்னத நிலையிலிருந்தது மேலும் மத்தியத் தரைக்கடல் நாடுகளுடன் குறிப்பாக ரோம நாட்டுடனான வணிகமும் உயர்ந்த நிலையிலிருந்தது.

தமிழரது ரோமானியருடனான வணிகம் பற்றிய தொல்லியல் சான்றுகள் பல தமிழகத்திலும், செங்கடல் பகுதியிலும் அதிக அளவில் கிடைத்துள்ளன. இக்காலத்திலேயே புகழ்பெற்ற துறைமுக நகரங்களான அரிக்கமேடு, பூம்புகார், அழகன்குளம், கொற்கை ஆகியனவும், உள்நாட்டு நகரங்களான உறையூர், கொடுமணல் போன்ற பல ஊர்கள் உயர்ந்த செல்வாக்குடன் விளங்கின. இதுபோன்றே கர்நாடகம், கேரளம், ஆந்திரப்பகுதியில் செழித்திருந்த பல நகரங்கள் மூன்றாம் நூற்றாண்டிற்குப்பின் வீழ்ச்சியுற்றன. இச்சான்றுகளைக் கொண்டு நோக்கினால் இச்சுழற்சி தொடர்ந்து நிகழ்ந்து வருவதை அறியமுடிகிறது. மேலும் இதுபோன்ற இயற்கை நிகழ்வுகளை அறிவியல் உதவியுடன் நோக்கினால் பண்டைய மனிதனின் சமுதாய வளர்ச்சியின் ஏற்ற இறக்கங்களைத் தெளிவாக உணர இயலும். இச்சான்றுகள் மூலமாக மூழ்கிய பண்டைய துறைமுகங்களைப் பற்றியும் ஓரளவிற்கு அறிய இயலும்.

கடலகழாய்வில் செயற்கைக்கோளின் பயன்பாடு

செயற்கைக்கோள்கள் மனித சமுதாயத்திற்குப் பலவகைகளில் உதவிபுரிகின்றன. கடலகழாய்விற்கும் இவை துணைபுரிகின்றன. செயற்கைக்கோள் பதிவு செய்த தொலை உணர்வு படங்கள் தொல்லியல் வல்லுநருக்கு இருவகைகளில் உதவி புரிகின்றன.

1. கடற்கரை அமைப்பு மாற்றங்கள் குறித்த சான்றுகள்
2. நதியின்போக்கு மாற்றம் குறித்த சான்றுகள்

கடற்கரை அமைப்பு மாற்றங்கள்

பல ஆண்டுகளாக செயற்கைக்கோள்கள் உலகைப் படம் பிடித்து அனுப்பும் படங்களை ஒப்பீடு செய்து நோக்கினால், ஆய்வு செய்யும் கடல்பகுதியின் கடற்கரை நிலையாக உள்ளதா அல்லது மாறும் தன்மையுடையதா என்பதை அறிய இயலும். மாறும் நிலையின் அளவு, முற்காலத்தில் கடற்கரை எங்கிருந்திருக்கும் என்பதைப் பற்றிய முடிவுகளைத் தருவதாக அமையும். இவற்றைக் கொண்டு பழங்காலத்தில் இருந்ததாகக் கருதப்படும் ஒரு துறைமுகம் தற்பொழுது நிலத்திலுள்ளதா அல்லது நீரில் மூழ்கியுள்ளதா என்பதைக் கண்டறிய இயலும்.

எடுத்துக்காட்டாக, தமிழகக் கடற்கரைப் பகுதியைக் காட்டும் தொலை உணர்வுப் படங்கள் தற்போது கோடியக்கரைப் பகுதிக்குத் தெற்கே புதிய நிலப்பகுதி உருவாகி வருவதையும் வடக்குப் பகுதியில் நிலம் அரிக்கப்பட்டு வருவதையும் காட்டுகின்றன. பூம்புகார் பகுதியைத் தற்காலங்களில் கடற்கரை உள்வாங்கி வருகிறது எனவும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது(படம்-45).

நதியின் போக்கு மாற்றங்கள்

செயற்கைக்கோள்கள் பண்டைக் காலத்திலிருந்து ஏற்பட்ட நதியின் போக்கு மாற்றங்களைத் தெளிவாகத் தருவன. துறைமுகங்கள் நதியின் முகத்துவாரத்தில் அமைந்திருந்தன. பண்டைக் காலத்திலிருந்த துறைமுகம் நதியின் போக்கு மாற்றத்தால் தமது செல்வாக்கை இழந்து அந்நகரமே புதிய நதியோரப்பகுதிக்கு இடம்பெயர்ந்து இருக்கக்கூடும். எனவே பழைய பகுதி கடலிலோ நிலப்பகுதியிலோ தற்போது இருக்கக்கூடும். தொல்லியலாளர் இப்படங்களை ஒப்புநோக்கி ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் துறைமுகம் இருந்ததா என்பதற்கான ஆதாரத்தைத் தேடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, சங்க காலத்தில் சிறந்து விளங்கிய பூம்புகார் துறைமுகம் காவிரியின் முகத்துவாரத்தில் இருந்ததாகச் சுட்டுகின்றன. ஆனால் தற்போதுள்ள காவிரி முகத்துவாரத்தில் அதற்கான தொல்லியல் சான்றுகள் போதிய அளவில் கிடைக்கவில்லை. தொலை

உணர்வுச் செயற்கைக்கோள் படங்களை ஆய்வு செய்தபோது பழைய நதி தற்போதுள்ள இடத்திலிருந்து 5கி.மீ வடக்கே பாய்ந்திருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் கிடைத்தன. அப்பகுதியிலேயே நிலத்தில் செங்கற்களாலான இரண்டு படகுத்துறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பழைய நதியின் போக்கில் கடலில் ஆய்வு செய்தபோது கட்டடப்பகுதியின் எச்சங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றைச் செயற்கைக்கோள் படங்களின் உதவியாலேயே கண்டுபிடிக்க முடிந்தது.

செயற்கைக்கோள் படங்களின் பிற பயன்கள்

கடலில் மூழ்கியுள்ள கப்பல், கட்டடப்பகுதிகள் உள்ள இடங்களில் கடல் நீரின் வண்ணம், தன்மை ஆகியன வேறுபட்டிருக்கும். வெறும் கண்ணால் நோக்கும்போது இதைக் கண்டுபிடிக்க இயலாது. சில செயற்கைக்கோள் படங்கள் இவ்வேறுபாடுகளைக் காட்டும் தன்மையுடையன. இப்பகுதியை ஆய்வு செய்தால் தொல்பொருட்களைக் கண்டறிய வாய்ப்புகள் ஏற்படலாம்.

நதி முகத்துவாரங்கள், கழிமுகப் பகுதிகள்

வற்றாத நதிகளின் முகத்துவாரங்கள், கழிமுகப் பகுதிகள் ஆகியவை அலைகள் குறைந்தும் ஆழமான பகுதிகளைக் கொண்டனவுமாயிருக்கும். இப்பகுதிகள் பெரிய கப்பல்கள் நங்கூரமிட்டு நிறுத்த ஏற்றனவாக விளங்கின. அங்குச் சிறிய படகுகளில் பொருட்கள் ஏற்றப்பட்டுக் கரைக்குக் கொண்டுவரப்படும். எனவே பழங்காலத்தில் துறைமுகங்கள் பெரும்பாலும் நதிமுகத்துவாரங்களிலோ கழிமுகப்பகுதிகளிலோ அமைந்திருந்தன. எடுத்துக்காட்டாக, தமிழகக் கடற்கரையில் சங்ககாலத் துறைமுகங்களாக இருந்த அரிக்கமேடு, அரியாங்குப்பம் ஆற்றின் முகத்துவாரத்தில் உள்ள கழிமுகப் பகுதிகளில் அமைந்திருந்தது. பூம்புகார், காவிரி நதியின் முகத்துவாரத்திலும் அழகன்குளம் வைகையாற்றின் முகத்துவாரத்திலும் அமைந்திருந்தன. மேலும் வணிகர்கள் உள்நாட்டிற்கு பொருட்களைக் கொண்டு செல்ல நதியோரங்கள்

ஏற்றனவாக அமைந்தன. வழித்தடம், குடிநீர் தேவைகள் நதியோரங்களில் எளிதாக நிறைவேற்றத்தக்க வகையில் அமைந்தன. எனவே பண்டைக் காலங்களில் துறைமுகங்கள் நதியின் முகத்துவாரங்கள், கழிமுகப்பகுதியில் அமைந்திருந்தன.

துறைமுகங்களின் தேவைக் காரணங்கள்

மேற்கண்ட இயற்கை நிலவியல் கூறுகள் அமைந்திருந்தால் மட்டும் அப்பகுதி துறைமுகமாகிவிடாது. துறைமுகங்கள் உருவாக முக்கிய காரணம் வணிகமாகும். வணிகப்பொருட்களை வாங்கவும் தமது பொருட்களை விற்கவும் ஏற்ற சூழல் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பகுதியில் உணவுப்பொருட்கள் அதிகம் கிடைத்தல், கனிமவளங்கள், தொழில்நுட்ப வளர்ச்சி அதிகமிருத்தல் ஆகியன அருகில் ஒரு துறைமுகம் உருவாகும் சூழலை உருவாக்கும் காரணிகளாகும். இப்பகுதியில் அலைகள் குறைந்த, அமைதியான, ஆழமான பகுதி உள்ள இடத்தில் துறைமுகங்கள் உருவாகும். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகச் சங்க காலத்தில் அரிக்கமேடு துறைமுகத்தில் நெசவுத்தொழில், சாயப்பட்டறை ஆகியன சிறப்புடன் விளங்கின. எனவே இப்பகுதி ரோமானியர்களுடன் தொடர்பு கொண்டிருந்தது. பூம்புகார் என்னும் பெருநகரில் பிற நகரங்களில் இருந்து வந்த பொருட்கள் வணிகம் செய்யப்பட்டன. கொற்கைத் துறைமுகத்தில் பாண்டிய நாட்டின் முத்து முக்கியத்துவம் பெற்று விளங்கியது. கடற்கரை அமைப்பு வரலாறு ஒரு பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும் அக்காலத்தில் வணிகமுக்கியத்துவம் பெற்ற இடமாகத் திகழ்ந்திருந்தாலும் அங்குத் துறைமுகங்கள் இருந்திருக்க வாய்ப்புண்டு எனத் தீர்மானிக்கலாம். கடற்கரை அமைப்பு மாற்றங்களை, நில இயல், பழைய வரைபடங்கள், இலக்கியங்கள் கூறும் செய்திகள் வெளிநாட்டவர் பயணக்குறிப்பு, வரலாற்று ஆவணங்கள் ஆகியன கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம்.

8. நீர்மூழ்குதல்

கடலில் ஆழமான பகுதிக்குச் சென்று சில பணிகளைச் செய்து திரும்புவது நீர்மூழ்குதல் எனப்படும். கடலில் தவறி விழுந்த பொருள்களைத் தேடிக் கண்டுபிடித்தல், கப்பலின் அடியில் தூய்மை செய்தல், பழுது நீக்கல், கடலடியில் எண்ணெய் எடுக்கப் பயன்படும் எந்திரங்களின் உறுப்புகளைக் கடலினுள்ளேயே பழுது நீக்கல் மற்றும் பேணல், கடல் வாழ் உயிரிகள் பற்றி ஆய்வு செய்தல், மூழ்கிய இன்றைய மற்றும் பண்டைய கப்பல்களை வெளிக்கொணர்தல், கடற்ப்போர்களில் பகைவர் கப்பலுக்கு குண்டு வைப்பது போன்ற எண்ணற்ற பணிகளை நீர்மூழ்குதலினால் செய்ய இயலும். இதற்கு நீர்மூழ்குபவர், மூச்சை அடைத்துச் செல்லுதல், மூச்சுக் கருவிகள் கொண்டு செல்லுதல், நிலக் காற்று அழுத்த நீர்மூழ்கு உடைகள் அணிந்து செல்லுதல், நிலக்காற்று அழுத்த நீர்மூழ்கிகளில் செல்லுதல், போன்ற வழிகளைத் தேவைக்கு ஏற்றாற்போல் மேற்கொள்ளலாம்.

மூச்சை அடைத்துச் செல்லுதல் அல்லது கட்டு நீங்கி நீந்துதல் (Free Swimming or Snorkeling)

இம்முறையில் நீர்மூழ்குபவர் ஒரு குட்டையான மூச்சுக்குழல், முகமூடிக் கண்ணாடி, கால் துடுப்பு ஆகியவற்றை அணிந்து கடலின் மேற்பரப்பில் நீந்துவார். அப்போது மூச்சுக்குழலின் ஒரு பகுதி வாயிலும் மறுபகுதி நீர் மட்டத்திற்கு

மேலும் இருக்கும். நீரில் முகத்தைக் கவிழ்த்துத் தரையை நோக்கியவாறு கடல் மேற்பரப்பில் தேவையான நேரம் நீந்த முடியும். தேவையேற்படும்போது மூச்சை அடக்கிக் கீழே சென்று பணிபுரிந்த பின் மேற்பரப்பிற்கு வந்து மீண்டும் நீந்த இயலும் இம்முறை மிக ஆழமற்ற பகுதியில் சங்கு குளிக்கவும், கடல் உயிரியல் ஆய்வு செய்யவும் மூழ்கியத் தொல்பொருட்களைத் தேடவும் பயன்படுகிறது. மூச்சை அடைத்துச் செல்லும்போது சில நிமிடங்களே நீர்மூழ்க இயலும். பொதுவாக 20மீ. ஆழத்திற்கு மேல் செல்ல இயலாது.

மூச்சுக் கருவிகள் கொண்டு சம அழுத்த நீர்மூழ்குதல் (Equipressure Diving)

நீர்மூழ்குபவர் மூச்சுக் கருவிகள் துணைகொண்டு ஏறத்தாழ 300மீ. ஆழம் வரை செல்ல இயலும். ஆனால் பொதுவாக 90மீ. ஆழத்திற்குமேல் நீர்மூழ்குவதில்லை. இம்முறை நீர்மூழ்குதலில் நீர்மூழ்குபவர் செல்லும் ஆழத்திற்கேற்ப அழுத்தம் பெறுவர். ஆகையால் விபத்தின்றிச் செல்ல நீரின் அழுத்தத்திற்கேற்ற மூச்சுக்காற்றை அவர் உட்கொள்ள வேண்டும். மேலும் ஆர்கிமிடிஸ் கோட்பாட்டின்படி நீரில் இருக்கும்போது ஒருவர் அவர் எடைக்கேற்றாற்போல் உயர், சம, குறை மேலுந்து விசையைப் பெறுகிறார். நீர்மூழ்குபவர் ஆபத்தின்றிப் பணியை மேற்கொள்ளச் சம மேலுந்து விசையைப் பெறுவதற்கு உலோக எடைகளை இடுப்பில் கட்டியும், குறை மேலுந்து விசை உள்ளவர் சரியான பருமனுக்குக் காற்றடைக்கப்பட்ட உடை அல்லது சமநிலைப்படுத்தும் கழுத்துப்பை அணிந்தும் செல்வர். இவ்வுடைகளுக்குக் காற்றடிக்கச் சிறிய உலோக உருளைகளில் அமுக்கம் செய்யப்பட்ட காற்றை நீர்மூழ்குபவர் சுமந்து செல்வார்.

கருவிகளின் வகைப்படி இவ்வகை நீர்மூழ்குதலை நிலையான நீர்மூழ்குதல், மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்குதல், அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக்காற்றை இரும்பு உருளைகளில் சுமந்து நீர்மூழ்குதல் எனப் பகுக்கலாம்.

நிலையான நீர்மூழ்குதல் (Standard Diving)

இம்முறையில் நீர்மூழ்குநர் மேலுந்து விசையைச் சமநிலைக்குக் கொண்டுவரும் உலர் உடையை (Dry Suit) அணிந்திருப்பார். காலில் காலணியும், உலோகத் தலைக்கவசமும் காணப்படும்(படம்-46).

தலைக்கவசத்தின் முகப்பகுதியில் உயர்வான நெகிழி இழையிலான கண்ணாடியும் மூச்சுக்குழலின் வாய்ப்பகுதியும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அவசரத் தேவைக்காகச் சிறிய புட்டிகளில் அழுத்தம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக் காற்று உடையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சரியான அழுத்தத்தில் தேவையான மூச்சுக்காற்று உலோகம் மற்றும் ரப்பரிலான குழாய் வழியாகத் தலைக்கவசத்தில் உள்ள வாய்ப்பகுதிக்கு அனுப்பப்படும். ஆழம் மற்றும் பணி நேரத்திற்கு ஏற்றாற்போல் ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் அல்லது ஹீலியம் வளிமக்கலவை அனுப்பப்படும், இம்முறையில் சுவாசிக்கப்பட்ட மூச்சுக்காற்று நீரில் வெளியேற்றப்படும். சில தலைக்கவசங்களின் வாய்ப்பகுதியில் மேலிருப்பவருடன் தொடர்பு கொள்ளத் தொலைபேசி வசதியும் செய்யப்பட்டிருக்கும். சிலவேளைகளில் மூச்சுக்காற்று வரும் ரப்பர் குழாய்களையே மேலும் கீழும் ஆட்டிச் செய்தி அனுப்புவர். காற்றுத் தட்டுப்பாடு அல்லது ஆபத்தை நீர்மூழ்குபவர் உணர்ந்தால், மேலிருந்து வரும் மூச்சுக் குழாயைத் துண்டித்துவிட்டு அவசர மூச்சுக் குப்பிகளிலிருந்து வரும் காற்றை உட்கொண்டு மேலே வர இயலும்.

மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்குதல் (Surface Demand Diving Equipment)

இம்முறையிலும் நிலையான நீர்மூழ்குதலைப்போல் மேலிருந்து அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக் காற்று படகிலிருந்து அனுப்பப்படும். ஆனால், உலோகத் தலைக்கவசத்திற்குப் பதிலாக ரப்பரில் பொருத்தப்பட்ட நீர்மூழ்கு முகமூடிக் கண்ணாடியை நீர்மூழ்குபவர் அணிவார். காலில் பணியின் வசதிக்கேற்றவாறு துடுப்பு அல்லது காலணிகளை அணிவர். அமுக்கம் செய்யப்பட்ட நிலக்காற்று மட்டுமே சுவாசிக்கப்படும்.

இது ஏறக்குறைய 60மீ ஆழம் வரை செல்லப் பயன்படும் இதற்காக நீரில் நனையும் அல்லது நனையா உடைகளைப் பயன்படுத்தலாம். நீரில் நனையா உடைகள் பொதுவாக ரப்பரில் செய்யப்பட்டிருக்கும். அவசரத் தேவைக்கான மூச்சுக்காற்று சிறிய புட்டிகளில் அமுக்கம் செய்யப்பட்டு உடையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்(படம்-47).

அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக்காற்றை உலோக உருளைகளில் சுமந்து நீர்மூழ்குதல் (Self Contained Underwater Breathing Apparatus)

இம்முறையில் நீர்மூழ்குபவர் தேவையான மூச்சுக் காற்றை உலோக உருளைகளில் அடைத்து முதுகில் சுமந்து செல்வார். ஆகையால் இதன் மூலம் குறைந்த நேரமே நீர்மூழ்க இயலும். பொதுவாக 10 மீ ஆழத்தில் 1 மணி நேரமும்,30 மீ ஆழத்தில் 20 நிமிடங்களுமே இருக்க இயலும். இம்முறையில் நீர்மூழ்குபவர் எந்தவிதக் கட்டுப்பாடுமின்றி கடலில் நீந்த முடியும். மூழ்குபவர் நீரில் நனையும் அல்லது நனையா உடைகளையும், கால் துடுப்பு மற்றும் முகமூடிக் கண்ணாடியையும் அணிந்து செல்வார். உலோக உருளைகளிலிருந்து அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியின் துணையுடன் குழாய் வழியாக மூச்சுக் காற்று வாய்ப்பகுதிக்கு அனுப்பப்படும். இம்முறையில் அழுத்தம் செய்யப்பட்டது நிலக்காற்றாய் இருந்தால் சுவாசித்த பின் வெளியேற்றப்படும் (படம்-48). தூய்மையான உயிர்க் காற்றாய் (ஆக்சிஜன்) இருந்தால் மீண்டும் கார்பன் உறிஞ்சிகளின் வழியாக அனுப்பப்பட்டுச் சுற்றுக்கு அனுப்பப்படும். இம்முறையில் நெடுநேரம் ஒருவர் நீர்மூழ்க இயலும். ஆனால் உடலின் திசுக்களில் வளிமம் கலந்து ஆபத்தை விளைவிக்கக்கூடும். தேவையான வளிம நீக்கம் செய்யத் தகுந்த ஆழத்தில் நீர்மூழ்குபவர் குறிப்பிட்ட நேரம் தங்க வேண்டும்.

சம அழுத்த நீர்மூழ்கு கருவிகள்

கால்த் துடுப்பு (Fin)

இது தரம் வாய்ந்த ரப்பர் அல்லது நெகிழியாலானது.

நீர்மூழ்குபவர் இடமாற்றம் செய்யக் கால்த் துடுப்பை மேலும் கீழும் தள்ளவேண்டும். இத்துடுப்பின்றி நீர்மூழ்குபவரால் எளிதாக இடமாற்றம் செய்ய இயலாது. மேலும் கடல் மேற்பரப்பில் வெறும் கால்களால் மிதக்க இயலாது(படம்-49).

காலணி (Boot)

கட்டுள்ள நிலையில் நீர்மூழ்குபவர் ரப்பரலான இதை அணிவது வழக்கம். கடல் அடியில் நிலப்பகுதியில் நடந்து சென்று செய்யும் பணிகளுக்கும் பயன்படுத்துவர். நிலையான நீர்மூழ்கு முறைக்கும் இக்காலணி பயன்படும்(படம்-50).

உடை (Suit)

இதில் நீரில் நனையும் உடை, உலர்ந்த உடை என இருவகை உண்டு. இவ்வுடை நீர்மூழ்குபவரின் பாதப்பகுதியிலிருந்து கழுத்து வரை ஒன்று அல்லது இரு பிரிவுகளாகச் செய்யப்பட்டிருக்கும்(படம்-51). நீரில் நனையும் உடை துணி அல்லது பஞ்சால் செய்யப்பட்டிருக்கும். உலர்ந்த உடை ரப்பரினால் செய்யப்பட்டிருக்கும். நீண்ட நேரம் குளிர் பகுதியில் நீர்மூழ்கும்போது உடையின் அடிப்பகுதி எப்போதும் வெப்பமாக இருக்க வேண்டும். இதற்கென முதுகில் கட்டி எடுத்துச் செல்லப்படும் மின் வெப்பக் கருவியினால் நீர் சூடேற்றப்பட்டு உடையின் அடிப்பகுதியில் சுற்றுக்கு விடப்படும். மேலுந்துவிசையைச் சமப்படுத்த இவ்வுடையில் தனியே காற்று நுழையும் வசதி உண்டு. இந்த அறையில் அழுத்தம் செய்யப்பட்ட சிறிய குப்பிகளில் இருக்கும் காற்று உள்ளே அனுப்பப்பட்டு மேலுந்துவிசை சமப்படுத்தப்படுகிறது.

தலைக்கவசம் (Helmet)

செம்பு மற்றும் உலோகக் கலவையினால் ஆன இதன் முகப்பகுதி அழுத்தம் தாங்கும் உயர் வகை நெகிழி இழை கொண்ட கண்ணாடியிலானது(படம்-52). மூச்சுக்குழலுடன் இணைக்கப்பட்ட வாய்ப்பகுதி பற்களால் கடித்துக் கொள்ள ஏற்றதாயிருக்கும். இவ்வகைத் தலைக்கவசம், நிலையான

நீர்மூழ்குதல் அல்லது மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்குதலுக்குப் பயன்படும். பொதுவாக இது அழுத்தமிகு ஆழமான பகுதியில் நீர்மூழ்கும்போது பயன்படுகிறது. மேல் மட்டத்தில் உள்ளவருடன் பேச, கேட்க ஏற்றவாறு தொலைபேசி அமைப்புகள் தலைக்கவசத்தில் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும்.

முகமூடிக் கண்ணாடி (Face Mask)

இது மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று மூழ்குதல் மற்றும் மூச்சுக்காற்று உருளைகளில் அமிழ்ந்து சென்று நீர்மூழ்குதலுக்குப் பயன்படும்(படம்-53). கண்ணாடி அல்லது உயர் வகை நெகிழி இழையினாலான இதன் விளிம்புகள் ரப்பரில் செய்யப்பட்டிருக்கும். நீர்மூழ்குபவரின் தலையின் பின் பகுதி ரப்பர் வாரினால் கட்டப்பட்டிருக்கும். மூச்சுப் பகுதியில் மூக்கை அடைக்கும் வகையில். செய்யப்பட்டிருக்கும் முகமூடிக் கண்ணாடியில் இருவகை உண்டு. அவை வாய்ப் பகுதியோடு கூடிய முகமூடி அல்லது வாய்ப் பகுதி இல்லாத முகமூடி என்பன.

காற்றுக்குப்பி (அ) உருளை (Air Cylinder)

இது உயர் அழுத்தம் தாங்கும் உலோகத்தினாலானது. இந்த உருளையில் காற்று அல்லது உயிர்க்காற்று மிகு அழுத்தத்தில் அமுக்கப்பட்டிருக்கும்(படம்-54). உருளையின் வாய்ப்பகுதியில் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி இணைக்கப்பட்டிருக்கும் உருளையின் கொள்ளளவு உருளையில் அடைக்கப்பட்டிருக்கும் மூச்சுக் காற்றின் அழுத்தம், நீர்மூழ்கும் ஆழம் இவற்றைப் பொறுத்து நீர்மூழ்கும் நேரம் வேறுபடும். ஒன்று அல்லது இரண்டு உருளைகள் ஒரே சமயத்தில் சுமந்து செல்லப்படும். சுவாசிக்கப்படும் காற்று உடனே வெளியேற்றப்பட்டால் 10 மீட்டர் ஆழத்தில் ஏறத்தாழ 1 மணி நேரமே தங்க இயலும். சுவாசிக்கப்பட்ட வளிமக்கலவை சுற்றுக்கு விடப்பட்டால் நீண்ட நேரம் நீர்மூழ்க இயலும். பொதுவாக 3 மணி நேரத்திற்கு மேல் இவ்வுருளைகளைச் சுமந்து செல்லும் முறையில் நீர்மூழ்கப்படுவதில்லை. ஏறக்குறைய 500 மி. லி கொள்ளளவுள்ள சிறிய உருளைகளில்

சுமந்து செல்லப்படும் காற்று உடைகளைப் பருக்கச் செய்து மேலுந்துவிசையைச் சமப்படுத்த உதவும்.

அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி (Regulator)

இக்கருவி நீர்மூழ்குபவர் இருக்கும் ஆழத்தின் அழுத்தத்திற்கேற்ற மூச்சுக் காற்றை உருளையின் வாய்ப்பகுதி அல்லது வளிம அமுக்கக் கருவியிலிருந்து அனுப்பும்(படம்-55). சமன்செய்யும் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியில் உருளையின் வாய்ப்பகுதியில் இருக்கும் நீரின் ஆழத்தத்திற்கேற்றாற்போல் சரியான அழுத்தக் காற்றை அனுப்ப ஏதுவான அமைப்பு இருக்கும். சமன் செய்யாக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் தடுக்கிதழையை (valve) சரிசெய்து கொள்ள வேண்டும். நிலையான நீர்மூழ்கு முறை மற்றும் மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்கு முறையில் படகிலிருப்பவர் நீர்மூழ்குபவர் செல்லும் ஆழத்திற்கேற்ப அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியைச் சரி செய்வார்.

வாய்ப்பகுதி (Mouthpiece)

நீர்மூழ்குபவர் பல்லிடுக்குகளில் பிடித்துச் சுவாசக் காற்றை உறிஞ்சக்கூடிய வகையில் இது அமைக்கப் பட்டிருக்கும்(படம்-56). இதன் அடுத்த முனை சுவாசக் குழலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ரப்பரிலான இவ்வாய்ப் பகுதியை முகமூடிகளிலேயே பொருத்திக் கொள்ளலாம்.

அழுத்தம் காட்டி (Pressure Gauge)

உருளையில் உள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைக் காட்டும் இக்கருவியின் ஒரு முனை உருளையின் வாய்ப்பகுதியில் இருக்கும்(படம்-57). இதனால் நீர்மூழ்குபவர் உருளையில் உள்ள அழுத்தத்தைத் தெரிந்து கொள்ள இயலும். அழுத்தம் குறைவதைக் காட்டும்போது அவர் உடனே மேற்பரப்பிற்கு வரவேண்டும்.

காற்று அமுக்கி (Compressor)

இது காற்று அல்லது வளிமக் கலவையை உயர் அழுத்தத்திற்கு உருளைகளில் அமுக்கம் செய்யப் பயன்படும்(படம்-58). சில நேரங்களில் நேரடியாக இவ்வமுக்கியிலிருந்து நீர்மூழ்குபவருக்கு அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி வழியாகக் காற்று அனுப்பப்படும்.

அமுக்க நீக்கக் கூடாரம் (Decompression Chamber)

இது நீர்மூழ்குபவர், உடல் அமுக்க நீக்கம் செய்யப் பயன்படும் கூடாரமாகும்(படம்-59,60). அழுத்தத்தில் நீர்மூழ்குபவர் பணிபுரியும் போது குருதியில் வளிமங்கள் கரைகின்றன. உடனடியாக அவர் மேலே வரும்போது வளிமக் குமிழ்கள் அழுத்தக் குறைவின் காரணமாக மிகுந்து குருதி ஓட்டத்தை நிறுத்திவிடும். அவை உடலிலிருந்து வெளியே விதிகளுக்கேற்ப குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் தங்கி அமுக்க நீக்கம் செய்யவேண்டும். நீரினுள் நீண்ட நேரம் நீர்மூழ்கித் தங்க இயலாத நிலையில், கடல் மேல்மட்டத்திற்கு வந்தபின் இத்தகைய கூடாரங்களில் அடைக்கப்படுகின்றனர். பின் நீர்மூழ்குபவர் தங்க வேண்டிய ஆழத்திற்கான அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துவர். இக்கூடாரங்கள் மிகுந்த அழுத்தத்தைத் தாங்கக்கூடியவை. கூடார உருவ அளவின்படி இக்கூடாரங்களில் இருவர் அல்லது அதற்கு மேற்பட்டவர் தங்க இயலும்.

நீர்மூழ்குமணி (Diving Bell)

நீர்மூழ்குதலுக்குப் பயன்படும் ஒலி எழுப்பும் மணியைப் போன்ற அமைப்புள்ள கருவியை நீர்மூழ்கு மணி எனலாம். இது பழைய நீர்மூழ்குதல் முறையாகும். இம்மணியின் அடிப்பகுதி திறந்திருக்கும். 2-3மீ விட்டமும், 3-4மீ உயரமும் கொண்டிருக்கும். நீர்மூழ்கப் பயன்படும் கப்பலிலிருந்து இத்தகைய மணி செங்குத்தாகக் கடலினுள் இறக்கப்படும் நீரின் ஆழம் அதிகரிக்கும்போது மணியின் உட்பகுதியில் உள்ள காற்றின் கொள்ளளவு குறைந்து கொண்டேபோகும். 10மீ ஆழத்தில் உண்மைக் கொள்ளளவில் மூன்றில் ஒரு

பகுதியாகவும், 20மீ ஆழத்தில் உண்மைக் கொள்ளளவில் அரை பகுதியாகவும் மாறும். இம்மணியின் உட்பகுதி நீர்மூழ்குபவர் சென்று தங்க வசதியாக இருக்கும். கடலில் பணிபுரியும் இடங்களில் சற்றே உயரமாக இம்மணி தொங்கவிடப்படும். நீர்மூழ்குபவர் பணி முடிந்த பின்னரோ ஓய்வு தேவைப்படும் போதோ இதனுள் சென்று தங்க முடியும். அவர்களுக்குத் தேவையான உணவு மற்றும் பணிப் பொருள்களை வைத்துக் கொள்ள வசதியும் இருக்கும். இம்மணி சம அழுத்த நீர்மூழ்குதலுக்கு மட்டுமேயன்றி நிலக்காற்று அழுத்த நீர்மூழ்குதலுக்கும் பயன்படும். இவ்வகை நீர்மூழ்குமணிகள் இரண்டு அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். நீர்மூழ்குபவர் சம அழுத்த அறையில் பணிபுரிந்த பின்னர் தேவையெனில் நிலக்காற்றழுத்த அறைக்குச் செல்ல வசதியான அமைப்புகள் இருக்கும்.

ஏனைய கருவிகள் (Other Equipments)

நீர்மூழ்கும்போது தேவையான உயர் அழுத்தம் தாங்கும் கடிகாரம், கத்தி, பாட்டரி விளக்கு, ஆழம் காட்டி மற்றும் பணிப்பொருள்களையும் நீர்மூழ்குவோர் எடுத்துச் செல்வர்.

சம அழுத்த நீர்மூழ்குதலினால் ஏற்படும் உடலியல் இடர்கள் (Physiological Dangers during Diving)

நீர்மூழ்குபவர் நீண்ட ஆழம் செல்லச்செல்ல அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் உடலில் பெருமாற்றம் மற்றும் இடர்கள் ஏற்படுகின்றன.

அமுக்க நீக்க நோய் (Decompression Sickness)

நீர்மூழ்குபவர் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு மேல் நீரில் இருக்கும்போது உயர் அழுத்தத்தில் குருதியில் நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் போன்ற வளிமக் குமிழ்கள் கலக்கின்றன. அவர் உடனடியாக மேலே வரும்போது அழுத்தக் குறைவின் காரணமாகக் குமிழ்கள் பெரிதாகி மூட்டுகளில் தங்கிக் குருதி ஓட்டத்தைத் தடை செய்யும். இதனால் வாத நோய் ஏற்படும்.

இவ்வாறு நிகழாதிருக்க நீர்மூழ்குபவர் குறிப்பிட்ட காலம், குறிப்பிட்ட அளவு ஆழத்தில் தங்கினால் குருதியில் கலந்த வளிமக் குமிழ்கள் வெளியேறிவிடும். இம்முறையில் நீண்ட நேரம் நீர்மூழ்குபவர் நீரில் இருக்க இயலாதெனில் அவர் மேல்மட்டத்திற்கு வந்த பின்னர் உடனடியாக அமுக்க நீக்கக் கூடாரங்களில் அடைக்கப்பட்டுத் தேவையான அழுத்தம் உரிய காலம் வரை தரப்படும். அமுக்க நீக்க நேரங்களில் நீர்மூழ்குநர் வழிகாட்டிகளில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் இம்முறையைக் கையாளாவிடின் அமுக்க நீக்க நோயின் காரணமாய் நீர்மூழ்குபவர் வாத நோயால் வாட நேரிடும். அமுக்கநீக்க நேரங்கள் மூழ்குபவர் வழிகாட்டிகளில் (Diving Manuals) தொகுத்து அளிக்கப்பட்டிருக்கும். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் தேசிய கடல் மற்றும் நிலவெளி ஆணையத்தின் (National Oceanic and Atmospheric Administration) பிரிவான மனிதர் சார்ந்த ஆழ்கடல் அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை (Manned Subsea Science and Technology Division) வெளியீடான நீர்மூழ்கு வழிகாட்டி இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

நுரையீரல் முறுக்கம் (Lung Squeeze)

நீர்மூழ்குபவர் கீழே செல்லும்போது அழுத்த அதிகரிப்பின் காரணமாய் நுரையீரலின் பருமன் குறையத் தொடங்கும். ஏறத்தாழ *80மீ* ஆழத்தில் அதன் கொள்ளளவு *1.5* லிட்டருக்குச் சுருக்கப்படும். மேலும் கீழும் செல்லும்போது அழுத்தம் காரணமாக நுரையீரல் முறுக்கப்படும். இதனைத் தவிர்க்க நீரின் அழுத்தத்திற்கு ஏற்ற சம அழுத்தக் காற்றை உட்கொள்ள வேண்டும். இதற்கு அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் துணை செய்யும்.

நுரையீரல் வெடித்தல் (Lung Burst)

நீர்மூழ்குபவர் மிகுந்த ஆழத்திலிருந்து மூச்சைப் பிடித்து மேலே வந்தால் அழுத்தக் குறைவின் காரணமாக நுரையீரலில் உள்ள காற்று விரிவடைந்து நுரையீரல் திசுக்களை அழிவுறச் செய்யும். மேலும் வளிமக் குமிழ்கள் குருதி ஓட்டத்தில் கலந்து இதயம், மூளை ஆகியவற்றைத் திறனிழக்கச் செய்யும்.

வளிமக்குமிழ்கள் மிகுதியாகக் குருதி ஓட்டத்தில் கலந்தால் நீர்மூழ்குபவர் மரணமடைய நேரிடும். எனவே நீர்மூழ்குபவர் மேலே வரும்போது காற்றை வெளியேற்றிக் கொண்டே வரவேண்டும்.

முகமூடிக் கண்ணாடி முறுக்கம் (Face Mask Squeeze)

நீர்மூழ்குபவர் கீழே இறங்கும்போது முகத்திற்கும் கண்ணாடிக்கும் இடைப்பட்ட காற்றின் அழுத்தம் குறைவதால் முகமூடிக்கண்ணாடி முகத்தை நோக்கி அமுக்கப்படுகிறது முகவீக்கம், கண் சிவத்தல் முதலியன இதனால் ஏற்படும். இதைத் தவிர்க்க நீர்மூழ்குபவர் வாயில் உட்கொள்ளும் அழுத்தக் காற்றை மூக்கின் வழி வெளியேற்றி, காற்றின் அழுத்தத்தைச் சரி செய்து கொள்ளவேண்டும்.

நைட்ரஜன் போதை (Nitrogen Narcosis)

ஏறத்தாழ 30மீ ஆழத்திற்கு மேல் நைட்ரஜன் போன்ற வளிமப் பொருள்கள் குருதியில் கலந்து மூளையை அடைகின்றன. இதனால் நீர்மூழ்குபவருக்குப் போதை ஏற்பட்டுச் சிந்தனை மழுங்குதல், விளையாட்டுப் பண்பு மிகுதல் ஆகியவற்றால் தம்மை மறந்துவிட வாய்ப்புண்டு. இந்நிலையில் அவர் உயிருக்குக் கேடு தரும் செயல்களையும் செய்யக்கூடும். படிப்படியாகப் பயிற்சி செய்தல் மூலம் இப்போதைத் தன்மையிலிருந்து விடுபட இயலும்.

கார்பன் மோனாக்சைடு நச்சு (Carbon Monoxide Poisoning)

அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக் காற்றில் கார்பன் மோனாக்சைடு போன்ற தொழிற்சாலை வளிமக் கழிவுகள் கலந்துவிடும் வாய்ப்பு உள்ளது. குறித்த அளவிற்குமேல் இதை நீர்மூழ்குபவர் சுவாசிக்கும்போது மயக்கமடைதல், நினைவு தவறுதல், நாவறண்டு போதல் ஆகியன ஏற்பட்டுத் தீமை விளையக்கூடும். ஆகையால் தூய பகுதிகளிலேயே வளிமங்கள் அமுக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். கார்பன் மோனாக்சைடு

கண்டுபிடிக்கும் கருவி கொண்டு ஆய்வு செய்தபின் காற்றுக்குப்பிகளை பயன்படுத்த வேண்டும்.

உயிர்காற்று நச்சு (Oxygen Poisoning)

நீர்மூழ்குபவர் சுவாசிக்கும் ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம் 2 PSI-க்கு அதிகரிக்கும்போது ஆக்சிஜன் நச்சாக மாறுகிறது இந்நிலையில் மயக்கநிலை, நா வறண்டு போதல், கண் குருடாதல், நினைவாற்றல் குறைதல் ஆகியன ஏற்படக்கூடும். எனவே, நீர்மூழ்குபவரின் மூச்சுக்காற்றில் ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம் 2 PSI-க்கும் குறைவாக அமையுமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

கார்பன் டை ஆக்சைடு நச்சு (Carbon-dioxide Poisoning)

நீர்மூழ்குபவர் மிக மெதுவாகச் சுவாசிக்கும் போதும், மூச்சுக்காற்றில் குறைந்த அளவு கிட்டும்போதும், நீர்மூழ்கு பணி அதிகரிக்கும்போதும், அதிக அளவு மூச்சுக்காற்று தேவைப்படும்போதும், கார்பன் டை ஆக்சைடு நச்சாகிறது. அப்போது நீரில் இருக்கும்போதே வியர்த்தல், மூச்சடைப்பு, மயக்கம் ஆகியன ஏற்படக்கூடும். ஆகையால் நீர்மூழ்குபவர் மெல்ல, மெல்ல நன்றாக மூச்சை இழுத்துச் சுவாசிக்க வேண்டும். மேற்கூறிய வளிமங்களினால் தீமை ஏற்பட்டோருக்கு நீர்மூழ்குநர் வழிகாட்டிகளில் உள்ளவாறு மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும்.

மேற்கூறிய இடர்ப்பாடுகள் மட்டுமன்றி நீரின் ஆழம் அதிகரிக்கும்போது ஒளியின்மை, பொருள்கள் நிறம் மாறுதல், ஒளிச்சிதறல் காரணமாய் உருவங்கள் பெரிதாகத் தெரிதல், தொலைவு கணிப்பில் தவறு ஏற்படுதல், நீர் அழுத்தம் காரணமாய்ச் செவிப்பறையில் துளை ஏற்படுதல், குரல் நாண்கள் நசுக்கப்பட்டுக் குரல் மாறுதல், ஒலி அதிகரித்தல், திடீரென ஒலி ஏற்பட்டால் உடல் அதிர்ச்சி ஏற்படுதல், நீண்ட நேரம் நீர்மூழ்கும்போது உடல் வெப்பம் குறைதல் ஆகிய இடர்ப்பாடுகளை நீர்மூழ்குபவர் பெறுவதற்கு வாய்ப்புண்டு.

நிறைநிலை அல்லது முழுமையான நீர்மூழ்குதல்
(Saturation Diving)

நீர்மூழ்குபவர் அதிக ஆழத்தில் நீண்ட நேரம் பணிபுரியும்போது அவர் மேலே வருவதற்கான அமுக்க நீக்க நேரங்கள் அதிகரிக்கும். இந்நேரங்கள் வளிமக் குமிழ்கள் குருதியில் எந்த அளவு கலந்துள்ளன என்பதைப் பொருத்தமையும். நீர்மூழ்குபவர் தொடர்ந்து பணிபுரியும்போது வளிமக்குமிழ்கள் குருதியில் கலக்கத் தொடங்குகின்றன. இச்செயல் முழுமையடைந்தபின் எவ்வளவு நேரம் நீர்மூழ்குபவர் கடலில் தங்கினாலும், இதற்கான அமுக்க நீக்க நேரம் ஒன்றேயாகும். இத்தகைய நீர்மூழ்குதல் தெவிட்டல் நீர்மூழ்குதல் (Saturation Diving) எனப்படும்.

பொதுவாக நீர்மூழ்குபவர் அமுக்க நீக்கக்கூடாரங்களில் தெவிட்டிய நிலைக்கு உட்படுத்தப்பட்டுப் பணி இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவார். இம்முறை நீர்மூழ்குதலால் செலவு குறைவது மட்டுமன்றி விரைவாகப் பணியையும் மேற்கொள்ள இயலும்.

நீரில் மூழ்குபவர் நீரினுள் செல்லச்செல்ல அவர் மேலுள்ள நீரின் அழுத்தம் கூடுகிறது. நீரின் வெளியே இருக்கும்போது மனிதனின் மேலுள்ள அழுத்தம், நிலக்காற்று அழுத்தமாகும். மனிதன் உட்கொள்ளும் காற்றும் அதே அழுத்தத்தில் உள்ளமையால் அவரை அழுத்த வேறுபாடுகள் தாக்குவதில்லை. ஆனால் நீரில் மூழ்கும்போது சராசரி ஒவ்வொரு 10மீ ஆழத்திற்கும் மூழ்குபவரின் மேலுள்ள அழுத்தம் நிலக்காற்று அழுத்தத்தைவிட ஒரு மடங்கு கூடுகிறது. அதாவது 10மீ ஆழத்தில் மூழ்குபவரின் மேலுள்ள் அழுத்தம் இரண்டு நிலக்காற்று அழுத்தமாகும். 20மீ ஆழத்தில் இவ்வழுத்தம் மூன்று நிலக்காற்று அழுத்தமாக இருக்கும். இக்கூடுதல் அழுத்தத்தினால் மூழ்குபவரின் நுரையீரல்கள் அமுங்கி உடைந்துவிடும். ஆகவே அனைத்து நீர்மூழ்கு முறைகளிலும் நீரில் மூழ்குபவர் உட்கொள்ளும் காற்று ஓர் அழுத்தமுள்ள காற்றுக் கலவையாக இருக்குமாறு செய்யப்பட்டுள்ளது.

மேலும் ஓர் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியைக் கொண்டு உட்கொள்ளும் காற்றின் அழுத்தம் வெளியிலுள்ள நீரின் அழுத்தத்திற்குச் சமமானதாகச் செய்ய முடியும். இந்த ஏற்பாட்டினால் அழுத்த வேறுபாடுகள் எந்த ஆழத்திலும் மூழ்குபவரைப் பாதிக்காதவாறு செய்ய முடிகிறது. மூழ்குபவர் உட்கொள்ளும் காற்றுக்கலவை ஆக்சிஜனையும் நைட்ரஜனையும் கொண்டிருக்கும். ஆனால் 90மீ ஆழத்திற்கு மேல் வேண்டுமானால் ஆக்சிஜனும் ஹீலியமும் கலந்த கலவையைப் பயன்படுத்தலாம். ஹீலியம் நைட்ரஜனைவிட லேசானது. மேலும் ஹீலியம் உடற் திசுக்களில் நைட்ரஜனைவிடக் குறைவாகவே கரைகிறது.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து ஆழ்கடல், அழுத்தத்தில் மூழ்குபவர் இவ்வகையான இடர்களிலிருந்து தன்னைக் காத்துக்கொள்ள மிகுந்த எச்சரிக்கையாக இருக்க வேண்டும் என்று அறியலாம். இதனால் பொதுவாக மூழ்கும் ஆழம் ஏறத்தாழ 300 மீட்டருக்கு மேல் இருப்பதில்லை. நீண்ட நேரம் அதிக ஆழத்தில் மூழ்கு வேலை செய்ய வேண்டுமானால் மூழ்குபவருக்கு மிகவும் பாதுகாப்பான சூழ்நிலை தேவை. ஆழ்கடல் அழுத்தத்திலிருந்து மனிதரைக் காத்து ஆழ்கடலினுள் கடல் மட்டச் சூழ்நிலையாக உருவாக்குவது ஒன்றே கடலினுள் மனிதர் முழுப்பாதுகாப்புப் பெற்று இயங்க வழிவகுக்கும். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு கலங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இக்கலங்களால் எந்த் ஆழத்திலும் மூழ்குபவர் தம்மை நிலக்காற்று அழுத்தத்திலேயே வைத்துக் கொண்டு வேலை செய்ய முடியும்.

நிலக்காற்று அழுத்த நீர்மூழ்கு கலங்களில் செல்லுதல் (Submersible Diving)

இம்முறையில் நீர்மூழ்கு கலங்கள் எனப்படும் நிலக்காற்றழுத்தக் கலங்களில் ஒருவர் அல்லது மேற்பட்டோர் கடலினுள் சென்று திரும்புவர்(படம்-61). நீர்மூழ்கு கலங்கள் நீரின் அதிக அழுத்தத்தைத் தாங்கும் திறன் கொண்டவை. நீர்மூழ்கு காலங்களின்போது சென்று நீர்மூழ்குபவர் நிலக்காற்று அழுத்தத்திலேயே காற்றைச் சுவாசிப்பார். இதற்குத் தேவையான

காற்று, ஒலிக்கருவி ஆகியன பொருத்தப்பட்டன. நீர்மூழ்கத் தெரியாத அறிவியலறிஞர்களும் இக்கலத்தில் சென்று ஆய்வுகளை நிகழ்த்த முடியும். ஆகையால் கடல் சார்ந்த அனைத்துத் துறையிலும் இக்கலங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. பணியின் தேவைக்கேற்ப இவற்றின் உருவங்கள் வேறுபடும். வெளியில் இணைக்கப்பட்ட கருவிகள் யாவற்றையும் கலத்தினுள் இருப்பவர் உள்ளிருந்தே இயக்க முடியும். கலத்தின் வெளியே நோக்க வசதியாக உணர் நெகிழி இழைகளாலான கண்ணாடிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

9. தொல்பொருள் தேடுதல்

கடலில் மூழ்கிய கப்பல்கள், தொல்பொருட்கள் ஆகியனவற்றைக் கண்டுபிடிக்க இரு வழிமுறைகள் உள்ளன. முதலாவது வழிமுறையில் நேரடியாக நீர்மூழ்கி தேடப்படுகிறது அல்லது நீர்மூழ்கு கலங்களில் அமர்ந்து கடலில் தேடப்படுகிறது. இரண்டாவது வழிமுறையில் ஆய்வுப்படகின் அடியில் அல்லது பின்புறம் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் தொலையுணர்வு ஆய்வுக்கருவிகளைக் கொண்டு தேடப்படுகிறது. கருவிகளில் கிடைக்கும் தரவுகளைக் கொண்டு பின்னர் நேரடியாக நீர்மூழ்கி ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. தேடும் முறையானது தொல்பொருள் இருக்குமிடம், தேவை, சூழல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தமையும். எடுத்துக்காட்டாக கடலோரம் மூழ்கிய கப்பலைத் தேடும்போது நீர்மூழ்குநரின் உதவி கொண்டு நேரடியாகத் தேடலாம், ஆனால் ஆழ்கடலில் மூழ்கிய டைட்டானிக் போன்ற கப்பல்களை நீர்மூழ்கு வாகனங்களில் அமர்ந்து பயணம் செய்தே தேடவேண்டும்.

தொல்லியல் சான்றுகளைக் கடலில் தேடும்போது எவ்விடத்தில் எவ்வளவு பரப்பில் தேடப்பட்டது, கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பொருட்கள் மற்றும் பிற விவரங்களை தெளிவாகப் பதிவு செய்யப்படுதல் வேண்டும்.

நேரடித்தேடுதல் முறை

இம்முறையில் ஆய்வாளர் கடலில் நேரடியாக

நீர்மூழ்கியோ அல்லது நீர்மூழ்குகலன்களில் அமர்ந்து சென்றோ தேடுவார்.

தேடும் பரப்பு

நன்கு திட்டமிடப்பட்ட மாதிரித்தேடுதல்கள் நீங்கலாகப் பிறவகைத் தேடுதல்கள் *100* விழுக்காடுகள் ஆய்வுப்பரப்பில் நிகழ்த்தப்பெற வேண்டும். கடலில் நீர்மூழ்குநரின் பார்வைத்தூரம் மிகக் குறைவு என்பதால் நெருக்கமான தேடுதல் பாதையை அமைக்கவேண்டும். இத்தேடுதல்பாதை அமைப்பு தொல்லியலாளரின் ஆய்வு நுட்பத்தைப் பொறுத்து வேறுபடும். காட்டாக, ஒரு நீர்மூழ்குநர் நேரடியாகக் கண்ணால் தேடும்போது ஒவ்வொரு சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பையும் தேட இயலும். ஆனால் அதைவிட மிகச்சிறிய அளவுள்ள சிறுபொருளை அவர் கண்டுபிடிக்க இயலாமல் போகலாம். எனவே தேடுதல் முறை இடத்திற்கிடம் வேறுபடும். மேலும் பெரிய பொருளின் மீது தற்காலிகமாக வண்டல்படிந்து கண்டுபிடிக்க இயலாமல் போகலாம். இரும்பாலான தொல்பொருட்களைக் காந்தப்புலமானி கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம். ஆனால் குறைந்த இரும்புப் பொருளுள்ள கப்பலையோ அல்லது கற்கால வாழ்விடத்தையோ இக்கருவியால் கண்டுபிடிக்க இயலாது.

ஒருபகுதியில் தேடிய பின்னர் ஒன்றும் கண்டுபிடிக்கப் படவில்லையெனில் தேடிய பகுதியில் தொல்பொருள் இல்லை என உறுதியாகக் கூற இயலாது. எப்பொருளும் கிடைக்கவில்லை என்பதால் அங்குத் தொல்பொருள் மூழ்கவில்லை என்று அறுதியிட்டுக் கூறத் தொழில்நுட்பம் இன்னும் வளர வேண்டியுள்ளது.

நீர்மூழ்குநரைக் கொண்டு தேடுதல்

நேரடியாகக் கண்களால் தேடுவது, கையில் கொண்டு செல்லும் சிறிய தேடும் ஆய்வுக் கருவிகளின் (காட்டாக மெட்டல் டிடக்டர்) உதவியுடன் புதைந்த பொருட்களைத் தேடுவது போன்றவற்றை நீர்மூழ்குநர் மேற்கொள்ளுகிறார். தேடுதல் திறன், வேகம், தேடும்பரப்பு மற்றும் நீரின் தெளிவு

ஆகியவற்றைப் பொறுத்தமையும். வண்டல் கலங்கிய நீரில் சிறிய அளவிலான பொருட்கள் தேடுதலுக்குச் சவாலாக அமைபவை. மேலும் நீர்மூழ்குநர் கடலில் மூழ்கிய பொருளைக் கண்டுபிடிக்கும் திறன் நபருக்கு நபர் வேறுபடும். இத்திறமை நீர்மூழ்குநரின் ஆர்வம், மன ஒருமுகத்தன்மை, தொல்பொருட்கள் கடலில் காணப்படும் உருவ அமைப்பு பற்றிய அறிவு, திட்டமிடப்பட்டு தேடும் முறை மற்றும் நீர்மூழ்குநரின் பணி அனுபவம் ஆகியவற்றால் வேறுபடும்.

பிணைப்பு இழுவை (Towed) **தேடுதல்**

இம்முறையில் நீர்மூழ்குநர் படகின் பின்புறம் விடப்பட்ட கயிற்றைப் பிடித்துக் கொள்வர். படகு குறைந்த வேகத்தில் நீர் மூழ்குநரை இழுத்துச் செல்லும். நீர்மூழ்குநர் இம்முறை தேடுதலில் கடலின் மேல்மட்டத்திலிருந்து சற்றுக் கீழே மூழ்கி இருப்பார்(படம்-62). கயிற்றுப் பிணைப்பிலுள்ள சில கருவிகளால் நீர்மூழ்குநர் மேல் செல்லவோ சற்றுக் கீழே தாழ்ந்து செல்லவோ வசதி செய்யப்பட்டிருக்கும். நீர்மூழ்குநர் தரையிலிருக்கும் தொல்பொருட்களைத் தேடுவார். இம்முறைத் தேடுதல் படகில் கயிற்றை இயக்குபவரின் திறமையைப் பொறுத்தமையும். இம்முறையன்றி நீர்மூழ்குபவர் நீரினடியில் செலுத்தக்கூடிய வாகனங்களைப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வாகனங்கள் சிறிய மோட்டார் பொருத்தப்பட்டு சிறிய விசிறி (propeller) சுற்றும்படியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கருவியைப் பற்றிக் கொண்டு நீர்மூழ்குபவர் நீந்தித் தேடுவார். இக்கருவியில் நீந்தும் திசையைக் குறிக்க காந்தமானி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இம்முறையில் தொல்பொருளை நீர்மூழ்குநர் கண்டுபிடித்தாலும் அதன் இடத்தைத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடிக்க இயலாது. ஆயினும் நீர்மூழ்குநர் அவ்விடத்தில் நின்று ஒரு மிதவையை மேலே மிதக்க விடலாம்.

கட்டற்று நீந்தித் தேடுதல் (Swimline Searches)

இம்முறையில் நீர்மூழ்குநர்கள் சமஅழுத்தக் காற்றுக்குப்பிகளைப் பயன்படுத்துவார். ஒரு பரப்பில் தேட நீளமான கயிறு ஒன்றின் இரு முனைகளை இரண்டு நீர்மூழ்குநர்கள் பிடித்துக் கொள்வர்(படம்-63). இக்கயிறுகளின்

இடைப்பட்ட பகுதியில் நீரின் தெளிவிற்கேற்ப பிற நீர்மூழ்குநர்கள் வரிசையாகக் கையில் பற்றிக் கொள்வர். முனையில் உள்ள நீர்மூழ்குநர்கள் பொருள்தேடி நகர, கயிற்றுடன் இடையில் உள்ள நீர்மூழ்குநர்கள் தொடர்ந்து தொல்பொருளைத் தேடிச் செல்வர். ஒரு முனையில் உள்ள நீர் மூழ்குநர் படகின் மேல் கயிறுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பார். படகு தொடர்ந்து முன்னேற தேடுதல் தொடரும். படகின் இருப்பிடம் அறிய இயலுமாதலால் தேடப்பட்ட இடப்பரப்பு எது என்று எளிதாக வரைபடத்தில் குறிப்பிடலாம். இம்முறையில் நீர்மூழ்குநர்கள் செய்தியை பரிமாறுவது சற்றுச் சிரமமானது. அதிக எண்ணிக்கையிலான நீர்மூழ்குநர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் இவ்விடர்ப்பாடு கூடுதலாய் இருக்கும். இம்முறை தேடுதலுக்கு நீர்மூழ்குநர்களுக்கு மிகப் பொறுமை தேவை. பயிற்சியினால் இக்குறையைப் போக்க இயலும். ஆழமற்ற கடல் பகுதிக்கு மிகவும் பொருத்தமான தேடுதல் முறை இதுவாகும்.

நடைக்கூட தேடுதல் முறை (Jackstay or Corridor Search)

தேடப்படும் தரைப்பகுதியில் இரண்டு நீளமான கயிறுகள் குறிப்பிட்ட தூரத்தில் இணையாக வைக்கவேண்டும்(படம்-64). இவற்றிற்குள்ள இடைவெளி 10மீ, 30மீ (அ) 50மீ வரை இருக்கலாம். இரு கயிறுகளுக்கும் குறுக்காக கிடைமட்டமாக ஒரு கயிறு கட்டப்படும். இக்கயிற்றை நீர்மூழ்குநர் கையில் பிடித்தபடி நீந்தி தேடிச் செல்வார். கயிற்றின் ஒருபுறம் அடுத்த முனையைத் தொட்டபின் நீர்மூழ்குநர் கயிற்றின் மறுபக்கத்தில் தேடிச் செல்வார். பின்னர் இக்கயிறு அடுத்த பகுதிக்கு மாற்றப்படும். தொடர்ந்து நீர்மூழ்குநர் தேடிச் செல்வார்.

சட்டக முறைத் தேடுதல் (Grid Search)

ஒரு பகுதியை நன்றாகத் தேடவேண்டுமெனில் அப்பகுதியில் கயிறுகள் சட்டகம் அமைப்பது போல் கட்டப்படும் (படம்-65). இச்சதுரத்தின் அளவு நீரின் தெளிவிற்கேற்ப மாறுபடும். இம்முறையில் நீர் மூழ்குநர்கள்

ஒவ்வொரு சட்டமாகத் தேடுவார். இம்முறையில் கண்டுபிடிக்கப்படும் தொல்பொருட்களின் இடத்தைத் துல்லியமாகக் காண இயலும்.

வட்டமுறைத் தேடுதல் (Circular Search)

இம்முறையில் கயிறு ஒன்று சிறிய நங்கூரத்துடன் கட்டப்பட்டு மிதவையின் உதவியால் செங்குத்தாக இருக்கும்(படம்-66). நீர்மூழ்குநர் இக்கயிற்றில் பிரிதொரு கயிற்றைக் கட்டி கயிற்றின் முனைக்குச் செல்லுவார். வட்டத்தின் ஆரம்போல் இது காட்சியளிக்கும். கயிற்றின் முனையிலிருந்து வட்டப்பாதையில் சுற்றி வந்து தேடுவார். வட்டத்தின் ஒரு பகுதியை சுற்றும்போது தொல்பொருட்கள் இருந்தால் தட்டுப்படும் அப்பகுதிக்கு நகர்ந்து தொல்பொருளா அல்லது பாறை போன்ற இயற்கையான பொருளா என்பதைக் கண்டு மீண்டும் தன்பணியைத் தொடர்வார். இம்முறையிலும் இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட நீர்மூழ்குநர்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

உலோகம் கண்டுபிடிக்கும் கருவி கொண்டு தேடுதல் (Metal Detector Search)

மண்ணுக்கடியில் புதைந்துள்ள உலோகப் பொருட்களைக் கண்டுபிடிக்க கையில் கொண்டு செல்லும் வகையில் உள்ள உலோகம் காணும் கருவியை நீர்மூழ்குநர் எடுத்துச் செல்வர்(படம்-67). இக்கருவியில் குறைந்த விசையிலான காந்த அலைகள் வெளியிடப்படும். இவ்வலைகள் சுற்றுபுறத்தில் படர்ந்து அடங்கும். உலோகம் உள்ள பகுதியில் இக்காந்த அலைகளின் அடங்கும் தன்மை குறைய தாமதமாகும். இதைக் கொண்டு மண்ணில் உலோகம் புதைந்துள்ளது எனக் கண்டுபிடிக்கலாம். இக்கருவியின் காந்த அலைகள் 2மீட்டர் தூரம் வரை செல்லக்கூடியது. சிறியவகை நாணயங்கள் கடல் தரையில் புதைந்திருந்தால் இக்கருவி 10செ.மீட்டர் தூரத்திற்குள் இருந்தால் மட்டுமே கண்டுபிடிக்கும். எனவே, இக்கருவியில் 20செமீ ஆழத்திற்கு கீழ் புதைந்த நாணயங்களைக் கண்டுபிடிக்க இயலாது.

சமஅழுத்தக் கலன்களில் சென்று தேடுதல்

இம்முறையில் ஆய்வாளர்கள் சமஅழுத்தக் கலன்களில் அமர்ந்து சென்று தேடுவர். இக்கலன்களில் வெளியில் உள்ள பொருட்கள் தெரியுமாறு உயர் அழுத்தம் தாங்கும் கண்ணாடி இழைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக்கலன்களின் இருப்பிடம், ஆழம், செல்லும் திசை குறித்த தகவல்களைப் பெறும்வகையில் கருவிகள் கலன்களில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

தொலை உணர்வுக் கருவிகள் கொண்டு தேடுதல் (Remote Sensing Search)

நீர்மூழ்குநர்கள் உதவியுடன் தொல்லியல் சான்றுகளைத் தேடுவதற்கு நீண்ட காலமும், நிதி உதவியும் தேவைப்படும். மேலும் சில கடல் பகுதிகளில் நீர்மூழ்குநர்கள் நேரடியாகச் செல்ல இயலாது. அச்சமயங்களில் படகு, அல்லது கப்பலின் கீழ் பொருத்தப்பட்ட தொலையுணர்வு அறிவியல் கருவிகள் ஆகியவற்றின் உதவியுடன் தொல்பொருள் தேடும் பணியை நிகழ்த்தலாம். இக்கருவிகள் பொதுவாக பிறவகைக் கடலகழாய்விற்கு பயன்படுவனவாகும். தற்பொழுது தொல்பொருள் தேடுதலுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

காற்று, அலை முதலியவற்றால் கடலின் நிலை மோசமாக இருக்கும்போதும்கூட இக்கருவிகளை இயக்க இயலும். இக்கருவிகளின் செயற்பாடு நீர்மூழ்குநரின் செயற்பாட்டைவிடப் பல மடங்கு உயர்ந்தது. தெளிவற்ற நீரில்கூட சில கருவிகளைப் பயன்படுத்தி தொல்பொருட்களைத் தேட முடியும். தொலைக்கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள், நீர்மூழ்குநர் மேற்கொள்ளும் பணிகளைவிடத் தெளிவாக ஆய்வை மேற்கொள்ள உதவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நீர்மூழ்குநர் எடுக்கும் நிழற்படத்தைவிட படகிலிருந்து கருவியின் திரையைக் கொண்டு வேண்டிய முறையில் படமெடுக்கலாம்.

ஆனால் இக்கருவிகளை இயக்க அனுபவம் வாய்ந்த அறிஞர்கள் தேவை. இவற்றில் கிடைக்கும் தரவுகளைக் கொண்டு ஆராய்வதற்கு தொல்லியலாளர்களுக்கு எளிதாகப் பயிற்சியளிக்கலாம்.

தொலையுணர்வு கடலாய்வுக் கருவிகள்

கடலுக்குள் மூழ்கியுள்ள கப்பல்கள் படகுகள், துறைமுக நகரங்களின் கட்டடப்பகுதி ஆகியனவற்றைக் கண்டுபிடிக்க ஆய்வு செய்யப்படும் கப்பல்களிலோ படகுகளிலோ கீழ்க்காணும் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

1. எதிரொலி ஆழமானி (Echo Sounder)
2. கடல் காந்தப்புலமானி (Marine Magnetometer)
3. பக்க வரைபடமானி (Side Scan Sonar)
4. மண்ணடி எதிரொலிமானி (Sub-bottom Profiler)
5. நீரடி நிழற்படக் கருவி (Underwater Camera)
6. நீரடி காண்பொளிப்படக்கருவி (Underwater Video Camera)
7. தானியங்கி காண்பொளிப் படக்கருவி (Remotely Operated Vehicle)

1. எதிரொலி ஆழமானி (Echo Sounder)

இக்கருவி கப்பல், படகு இருக்குமிடத்திலுள்ள கடல் ஆழத்தைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது (படம்-68). இது எதிரொலியின் தத்துவத்தில் இயங்குகிறது. தண்ணீரில் ஒலியின் வேகம் ஒரு வினாடிக்கு சுமார் 1500 மீட்டர் ஆகும். கப்பலிலிருந்து ஒலி அலைகள் அனுப்பப்பட்டு திரும்பி வரும் காலத்தைக் கொண்டு கடலின் ஆழத்தைக் கணக்கிடலாம். கப்பலின் பக்கங்களில் நீருள் கேளா ஒலி அலையை அனுப்பும் கருவி (Transducer) நீரினுள் பொருத்தப்பட்டு கப்பலிலுள்ள எதிரொலி ஆழமானியுடன் மின் கம்பிகளால் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். கருவியிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவரிசையில் ஒலி அனுப்பப்படும். ஒலி அலை கடலின் தரைப்பகுதியில் பட்டுத் திரும்பக் கருவிக்கு வந்துசேரும். இந்நேரத்தை எதிரொலி ஆழமானி கணக்கிட்டு கடலின் ஆழத்தைக் காட்டும், எதிரொலி ஆழமானிகள் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியின் காரணத்தால்

தற்பொழுது கப்பல்கள் செல்லுமிடங்களில் உள்ள கடல் வரைபடங்களைத் தொடர் ஆழப் படங்களாக தாள்களில் வரைந்து காட்டுகின்றன. மேலும் தற்காலங்களில் இவை நேரடியாகக் கணிப்பொறியில் இணைக்கப்பட்டு கடல் ஆழம் குறித்த தகவல்கள், பிற கருவிகளுடன் கிட்டும் தகவல்களுடன் இணைத்துக் கடலாய்வுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆய்வு மட்டுமன்றி உலகிலுள்ள அனைத்துக் கப்பல்களிலும் இக்கருவி பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

2. பக்க வரைபடமானி (Side Scan Sonar)

எதிரொலி ஆழமானி தத்துவத்திலேயே இக்கருவியும் இயங்குகிறது(படம்-69). ஆயினும் இக்கருவியிலிருந்து பல ஒலி அலைகள் கப்பலின் இரு பக்கங்களிலும் அனுப்பப்பட்டு ஒவ்வொரு ஒலி அலையும் திரும்பி வரும் நேரத்தைக் கணக்கிட்டு நிழற்படம் போல கடலின் தரைப்பகுதியை வரைந்து காட்டும். இப் படங்களில் கிடைக்கும் தரவுகளைக் கொண்டு கடலடியில் மூழ்கிய கப்பல்கள், கல் கட்டடங்களின் பகுதிகளைக் கண்டுபிடிக்க இயலும். இப்படங்களைப் பற்றிய அறிவில் தேர்ச்சி பெற்றோரே இக்கணிப்புகளை செய்ய இயலும். கடலில் மூழ்கிய புகழ் பெற்ற மேரிரோஸ் கப்பல், டைட்டானிக் கப்பல் ஆகியனவற்றை இக்கருவி, மற்றும் பிற கருவிகளின் உதவியுடனேயே முதலில் கண்டுபிடிக்க இயன்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. தமிழகத்தில் பூம்புகார் கடல்பகுதியில் தேசிய கடலாய்வு நிறுவனம் நிகழ்த்திய ஆய்வில் இக்கருவியும் பயன்படுத்தப்பட்டு மூழ்கிய கட்டடப் பகுதிகள், கப்பல் ஆகியனவற்றைக் கண்டுபிடித்தனர்.

3. கடல் காந்தப்புலமானி (Marine Magnetometer)

இக்கருவி கடலில் மூழ்கிய கப்பல்கள், கட்டடப் பகுதிகள் ஆகியனவற்றைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது(படம்-70). பூமியில் இடத்திற்கிடம் காந்தப்புலம் வேறுபட்டுள்ளது. ஆனால் ஒரு பகுதியில் காந்தப் புலமாறுபாடு ஒரே அளவில் இருக்கும். அப்பகுதியில் வேறு பகுதியிலிருந்து வந்த அளவில் பெரிய பொருட்கள் காணப்பட்டால் அப்பொருட்களால்

அப்பகுதியிலுள்ள இயல்பான காந்தப்புலம் மாறுபடுகிறது. காட்டாக கடலடியிலுள்ள தரைப்பகுதியின் காந்தப்புலம் அப்பகுதியில் மூழ்கியுள்ள கப்பலால் மாறுபடும்.

மின்கம்பிகளால் இணைக்கப்பட்ட காந்தப்புல அளவீட்டுக் கருவி கப்பலின் பின்புறம் பொருத்தப்பட்டு கப்பலால் இழுத்துச் செல்லப்படும். கருவியுள்ள இடத்தின் காந்தப்புலம் மின்கம்பி மூலம் கப்பலில் உள்ள கருவிக்கு அனுப்பப்பட்டு அது வரைபடமாக வரையப்படுகின்றது. கப்பல் மூழ்கிய பொருட்களின் மீது செல்லும்போது காந்தப்புலத்தின் தன்மை வேறுபடும். இதைக்கொண்டு கப்பல் சென்ற பகுதியின் கீழ் கப்பலோ, மூழ்கிய கட்டடங்களின் பகுதிகளோ உள்ளன என்பதை அறியலாம்.

4. மண்ணடி எதிரொலிமானி (Sub Bottom Profiler)

பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன் மூழ்கிய கப்பல்கள், கட்டடப் பகுதிகள் கடலில் ஏற்படும் இயற்கை மாற்றங்களாலும், நதிகளால் கொணரப்படும் வண்டல்களாலும் மண்ணுக்குள் புதைந்து போயிருக்கலாம். இக் கப்பலைப் பக்கவரைபட மானியைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்க இயலாது. மண்ணுக்கடியில் உள்ள பொருட்களையும் கண்டுபிடிக்கும் வண்ணம் உருவாக்கப்பட்டதே மண்ணடி எதிரொலிமானியாகும். இதுவும் எதிரொலியின் தத்துவத்திலேயே இயங்குகிறது. இதன் ஒலி அலைகள் மண்ணுள் புகுந்து அதன் கடினப்பாறை வரை சென்று திரும்பும் ஆற்றல் கொண்டது. மூழ்கிய பொருட்கள் மண்ணடியில் புதைந்தால் அப்பொருளைத் தெளிவாகக் க்ண்டுபிடிக்க இது உதவுகிறது (படம்-71).

5. நீரடி நிழற்படக் கருவி (Underwater Camera)

கடல் நீரில் மூழ்கியுள்ள பொருட்களைச் சாதாரண நிழற்படக் கருவியால் படம் எடுக்க இயலாது(படம்-72). நீரின் அழுத்தத்தைத் தாங்கும் வண்ணமும், நிழற்படக் கருவியினுள் நீர் புகாவண்ணமும் இக்கருவி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்

கருவியின் உள்ளே அமைக்கப்பட்ட கருவியே நீரடி நிழற்பட கருவியாகும். கடல் நீர் தெளிவாக (Visibility) இருக்கும்போது மட்டுமே இக்கருவியால் படங்களை எடுக்க இயலும்.

6. நீரடி காண்பொளிப் படக்கருவி (Underwater Video Camera)

இது வீடியோ அலைகளின் தத்துவத்தில் இயக்கப்படுவது. இதற்கும் இக்கருவியில் நீர் அழுத்தம் தாங்கும் வண்ணம் கவசங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்(படம்-73). நீர் தெளிவாக இருத்தல் இதன் இயக்கத்துக்கு அவசியமாகும்.

7. தானியங்கி காண்பொளிப் படக்கருவி (Remotely Operated Vehicle)

இக்கருவியை நீர்மூழ்குநரின் துணையின்றிக் கடலில் இறக்கி கப்பல், படகிலிருந்தபடியே இயக்கலாம்(படம்-74). கடலில் இருக்கும் பொருட்களை இது வீடியோப் படமாக காட்டும். இக்கருவியும் கடல் நீர் தெளிவாக இருந்தால் மட்டுமே பயன்படுத்த இயலும். ஆனால் கப்பலின் மேலிருந்தபடியே இயக்கப்படுவதால் இக்கருவியின் அருகிலேயே உள்ள முக்கியமான தொல்பொருட்கள் தெரியாமல் போக வாய்ப்புகளுண்டு.

10. கடலில் தொல்பொருள் இடம் குறித்தல்

கடலில் ஆய்வுக்களம், தொல்பொருள் இருப்பிடம் ஆகியவற்றை அளவீட்டுக் கருவிகளின் உதவியுடன் அறியவேண்டும். மூழ்கியுள்ள தொல்பொருளுக்கு மேல் ஆய்வுப் படகு அல்லது கப்பல் எங்குள்ளது என்பதைக் கண்டுபிடித்து அவ்விடத்தை வரைபடத்தில் குறித்தால் அவ்விடமே தொல்பொருள் உள்ள இடமாகும். எனவே முதன்முதலில் படகின் நிலையை அறிதல் வேண்டும். நிலப்பகுதியில் காணப்படும் தொல்லியல் வாழ்விடங்களை வரைபடத்தில் குறிக்க நில அளவீட்டுக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் கடலில் மூழ்கியுள்ள தொல்பொருளின் இடத்தைக் குறிப்பது அதுபோன்று எளிமையானதல்ல. கடலில் மூழ்கிய தொல்பொருள் இடம் குறிக்க பலவகையான வழிமுறைகள் உள்ளன. தொல்பொருட்கள் கடலில் மூழ்கியுள்ள இடத்தைப் பொறுத்து இம்முறைகள் வேறுபடுகின்றன. கரைக்கருகிலேயே தொல்பொருட்கள் இருந்தால் ஆடிகள் (Optical Instruments) கோட்பாட்டில் பயன்படும் கருவிகளைக் கொண்டு நிலப் பகுதியிலிருந்தே அளவீடு செய்து தொல்பொருட்கள் உள்ள இடங்கள் வரைபடத்தில் குறிக்கப்படுகின்றன. அவை நிலத்திலிருந்து சற்றுத் தொலைவிலிருந்தால் மின்காந்த அலைகள் (Radio Waves) தத்துவத்தில் இயங்கும் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி அவற்றின் இடங்கள் குறிக்கப்படுகின்றன. ஆழ்கடலில் தொல்பொருள் இருந்தால் செயற்கைக்கோள் (Satellite) உதவியுடன் கப்பல்கள் உள்ள இடங்கள் அறிய பயன்படுகிறன.

கரைக்கருகில் உள்ள தொல்பொருள்களின் இடமறிதல்

கடலில் தொல்பொருள் இருக்குமிடத்திலிருந்து கரையில் தெரியும் நிலையான உயர்ந்த பொருட்கள் எவ்வளவு கோணத்தில் உள்ளன என்பதை அறிந்து தொல்பொருளிடத்தை வரைபடத்தில் குறிக்கலாம். இம்முறைக்கு ஆடிக்கருவிகளான தியோடலைட் (Theodolite) மற்றும் சேண்மானி (Sextant) ஆகியன பயன்படுத்தப்படுகின்றன (படம்-75,76,77). கரையிலிருந்து அவை எவ்வளவு தூரத்தில் உள்ளன என்பதைக் கண்டறிய தூரமளக்கும் ஆடிக் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கடலில் சற்றுத் தொலைவில் இடம் குறித்தல்

கடலில் சற்று உட்பகுதியில் தொல்பொருள் மூழ்கியிருந்தால் சேண்மானியின் உதவியுடன் கரையில் இருக்கும் நிலையான பொருளின் கோணங்களைக் கண்டுபிடித்து மூழ்கியுள்ள கப்பலின் இடமறியலாம். இம்முறைக்கு கரையில் உயர்ந்த இடத்தில் குறைந்தது மூன்று புள்ளிகள் தேவை. சேண்மானியின் உதவியின்றி மின்காந்த அலைக்கருவியின் உதவியுடன் மூழ்கியுள்ள கப்பலின் இடத்தைக் குறிக்கலாம். இதற்குக் கரைப்பகுதியில் மூன்றிற்கும் மேற்பட்ட உயரமான இடங்களில் மின்காந்த அலைக் கருவிகள் பொருத்தப்படும். படகில் உள்ள கருவியிலிருந்து அனுப்பப்படும் மின்காந்த அலைகள் இக்கருவிகளில் மோதித் திரும்பும். இந்நேரத்தைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டு படகின் இடத்தை கருவி காட்டும். இம்முறையில் இயங்குவதே மினிரேஞ்சர் (Miniranger) என்னும் கருவியாகும்.

சேண்மானி (Sextant)

சேண்மானி என்னும் அளவிட்டுக் கருவியைக் கொண்டு படகிலிருந்தபடி கரையிலிருக்கும் இருபுள்ளிகளுக்கு இடையேயான கோணத்தை அளக்கலாம். படகில் இரண்டு சேண்மானிகள் இருக்கும். இரு அளவையர்கள் ஒரே நேரத்தில் நிலத்தில் ஏற்கனவே நிலைபெற்றுள்ள மூன்று தொடர் புள்ளிகளுக்கு இடையேயான இரு கோணங்களை

அளவிடுவர்(படம்-78). படகில் உள்ள வரைபடத்தில் ஏற்கெனவே நிலப்பகுதியில் உள்ள புள்ளிகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். அளவிடப்பட்ட இரு கோணங்களையும் பயன்படுத்தி நிலைய நோக்கி (Station Pointer) என்னும் கருவியைக்கொண்டு வரைபடத்தில் படகின் இடத்தைக் குறிக்கலாம். பொதுவாக, நிலத்திலுள்ள அளவீட்டுப் புள்ளிகள் உயரமான இடத்தில் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

மினிரேஞ்சர் (Mini Ranger)

இக்கருவி கப்பலில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் இது மின் காந்த அலைகளின் தத்துவத்தில் இயங்குகிறது. கரையிலிருந்து 60கிமீ தூரம் வரை ஆய்வுப்படகின் இடமறிய இது பயன்படும். இக்கருவியை முழுமையாக இயக்க இரண்டு மின்காந்த அலைகளை வாங்கித் திரும்ப அனுப்பும் இரு கருவிகள் சுமார் 10கிமீ இடைவெளியில் உயரமான நிலப்பகுதியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். படகில் உள்ள மினிரேஞ்சர் கருவி மின்காந்த அலைகளை அனுப்பும். கடற்கரையோரமாக உயரமான இடத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கருவிகள் இவ்வலைகளைப் பெற்றுத் திரும்ப அவற்றை படகுக்கு அனுப்பும். இம்மின்காந்த அலைகள் படகிலிருந்து கரையிலுள்ள கருவிகளை அடைந்து திரும்பும் காலத்தைக் கணக்கிட்டு படகிலுள்ள கருவி படகினுடைய இடத்தை வரைபடத்தில் வரைந்து காட்டும். இக்கருவி கரையோரமாக செய்யப்படும் ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுமேயன்றி, பெருங்கடல் பகுதியில் பயன்படாது.

ஆழ்கடலில் கப்பலின் இடம் குறித்தல்

ஆழ்கடலில் மூழ்கிய கப்பல் மற்றும் ஆய்வுக் கப்பலின் இடம் குறிக்க நான்கு வகையான முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். அவையாவன:

1. கோள்கள் விண்மீன்களின் நிலையைக் கணக்கிட்டு, அட்சரேகை, தீர்க்கரேகைகளை அறிதல்

2. ஒலிபரப்புத் தளங்கள் வழிவரும் மின்காந்த அலைகளின் அதிர்வெண், வலிமை ஆகியனவற்றைக் கண்டுபிடித்துக் கப்பலிருக்கும் இடம் குறித்தல்.

3. வட்டச்சுற்று செயற்கைக்கோள் உதவி கொண்டு கப்பலின் இடமறிதல்

4. புவியின் மேலுள்ள நிலையான செயற்கைக்கோள்கள் உதவிகொண்டு கப்பலின் இடமறிதல்

மேற்கண்டவற்றில் முதல் மூன்று முறைகள் தற்பொழுது பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

சேண்மானி (Sextant)

சேண்மானியின் உதவியுடன் கோள்கள் மற்றும் விண்மீன்களுக்கு இடைப்பட்ட கோணங்கள் முதலியவை கப்பலிலிருந்து அளக்கப்படும். இக்கோணங்கள் கப்பலிருக்கும் இடம், நாள், நேரத்திற்கேற்ப மாறுபடும். ஆண்டுதோறும் வெளியிடப்படும் 'கடல் பஞ்சாங்கத்தில்' (Nautical Almanac) இக்கோள்கள் இருக்குமிடம் குறித்த கணக்கீட்டு விவரங்கள் அடங்கி இருக்கும். கப்பலிலிருந்து பிற கோள்கள், விண்மீன்கள் ஆகியவற்றின் கோணங்களைக் கொண்டு நாள், நேரத்தைக் கணக்கிட்டு கப்பலின் அட்சரேகை, தீர்க்கரேகை ஆகியன கணக்கிடப்படும். இதற்கெனத் தனி, கணிக்கீட்டு முறை உள்ளது. இக்கணக்கீட்டு முறையை மாலுமிகள் முறையாகக் கற்று அறிவர். கணக்கிடப்பட்ட கப்பல், படகு ஆகியவற்றின் இருப்பிடத்தின் அட்சரேகை, தீர்க்கரேகையை கடல் வரைபடத்தில் குறித்து கப்பல் இருக்குமிடம் அறியப்படும். பகல் நேரங்களில் சூரியன் இருக்கும் கோணம், நேரம் இவை கொண்டு கப்பலின் இடம் கணக்கிடப்படும். அண்மைக் காலத்தில் தொழில்நுட்பத்தில் சிறந்து விளங்கும் புதிய கருவிகள் பல புழக்கத்தில் வந்துவிட்டதால் இச்சேண்மானியைத் தற்காலங்களில் பயன்படுத்துவது வழக்கில் இல்லை.

மின்காந்த அலை ஒளிபரப்புத் தளங்கள் (Long Range Radio Stations)

உலகில் பரவலாக நிறுவப்பட்ட 6 நிலையங்களின் உயரமான கோபுரங்களிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணில் மின்காந்த அலைகள் ஒலிபரப்பப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நிலையத்திற்கும் ஏற்றாற்போல் மின்காந்த அலையின் நீளம்,

அதிர்வெண் ஆகியன வேறுபடும். உலகில் ஓரிடத்தில் குறைந்தது இரு நிலையங்களிலிருந்து அனுப்பப்படும் மின்காந்த அலைகள் கப்பலில் உள்ள கருவிக்கு கிடைக்கும் வகையில் இந்நிலையங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கப்பலில் உள்ள கருவி இம்மின்காந்த அலைகளைப் பெற்று மின்காந்த அலையின் வலிமையைக் கண்டுபிடிக்கும். இந்நிலையங்களிலிருந்து அனுப்பப்படும் மின்காந்த அலைகளின் வலிமை ஒவ்வொரு இடத்திற்கும் வேறுபடுமென்பதால் இவ்வேறுபாடுகள் குறிக்கப்பட்ட உலக வரைபடங்கள் கப்பலில் இருக்கும்(படம்-79அ). இருநிலையங்களிலிருந்து அனுப்பப்படும் வெவ்வேறு மின்காந்த அலைகளின் வலிமை ஒரே புள்ளியில் கூடும் என்பதன் தத்துவத்தைக் கொண்டு வரைபடத்தில் கப்பலின் இடமறியப்படுகிறது.

வட்டச்சுற்று செயற்கைக்கோள் (Transit Satellite System)

உலகைச் சுற்றி ஆறு செயற்கைக்கோள்கள் சுமார் 600 கி.மீ. உயரத்தில் துருவப்பகுதியில் தெற்கிலிருந்து வடக்காக வட்டப்பாதையில் வலம் வருகின்றன(படம்-79ஆ). கப்பல் கடலிலிருக்கும்போது அதற்கு தெரியும் செயற்கைக்கோளின் நிலை, கோணம், நேரம் இவற்றைக் கொண்டு கப்பலிலுள்ள கருவி அட்சரேகை, தீர்க்கரேகைகளைக் கண்டுபிடிக்கும். இச்செயற்கைக்கோள்கள் பெரும்பாலும் இரண்டுமணி நேரத்திற்கு ஒருமுறைதான் ஓரிடத்தில் தெரியும் நிலையில் இருந்தது. இதனால், கப்பலின் இடத்தை அறிதலில் இடர்ப்பாடுகள் ஏற்பட்டன. மேலும் வட்டச்சுற்றுச் செயற்கைக்கோள் முறையில் கண்டுபிடிக்கப்படும் கப்பலின் இடத்தின் துல்லியம் குறைவாகவே இருந்தது. இந்நிலையில் உலகைச் சுற்றி 24 செயற்கைக்கோள்கள் எந்நேரத்திலும் எவ்விடத்திலும் குறைந்தது மூன்று செயற்கைக் கோள்கள் தெரியுமளவிற்கு உலகைச்சுற்றி நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. இம்முறையில் கப்பலின் இடமறியும் துல்லியம் கூடுதல் என்பதாலும் எந்நேரத்திலும் கப்பலின் இடம் கணக்கிட இயலும் என்பதாலும் வட்டச்சுற்றுச் செயற்கைக்கோள் உதவியுடன் கப்பலின் இடம் அறியப்பயன்படுத்தும் முறை மிகவும் குறைந்துபோனது.

பூகோள இடமறியும் கருவி (Global Positioning System, GPS)

இப்பூமியைச் சுற்றி 24 செயற்கைக்கோள்கள் நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. பூமியில் எங்கிருந்து பார்த்தாலும் குறைந்தது மூன்றிலிருந்து நான்கு செயற்கைக்கோள்களின் மின்காந்த அலைகள் வரும்படியாக இவை நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. படகில் உள்ள குளோபல் பொசிசனிங் சிஸ்டம் என்னும் கருவி இச்செயற்கைகோள்களின் மின்காந்த அலைகளைப்பெற்று, படகினுடைய அட்சரேகை, தீர்க்கரேகை ஆகியனவற்றைக் காட்டும்(படம்-80). இக்கருவியைக் கொண்டு கடல் பகுதி மட்டுமல்லாமல் உலகில் உள்ள எந்த நிலப்பகுதியிலும் அட்சரேகை, தீர்க்கரேகை ஆகியனவற்றை கணக்கிட இயலும். இக்கருவியே உலகில் எல்லா இடங்களிலும் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

11. அகழாய்வில் திட்டமிடுதல்

திட்டமிடுதலின் முக்கியத்துவம்

திட்டமிடுதல் என்பது பல ஆய்வுப் பணிகளைச் செம்மையாக மேற்கொள்ளவும் குறித்த நேரத்தில் பணியை முடிக்கவும் பயன்படும் ஒரு செயல்பாடாகும். திட்டமிடும்போது கீழ்க்கண்ட கேள்விகளுக்கான விடைகளைக் காணவேண்டும்.

1. இப்பணியை மேற்கொள்ளும் காரணம் யாது?
2. சிறந்த நெறிமுறைகளுடன் எவ்வாறு இப்பணியைச் சிறப்புடன் செய்வது?
3. கிடைக்கும் தரவுகளை எவ்வாறு ஆய்வுக்கு உட்படுத்துவது, பாதுகாப்பது, பிற ஆய்வுப் பணிகளுக்கு பயன்படும் வகையில் தருவது? என்பவையே அவையாகும்.

மேலும் கடலகழாய்வு, கள ஆய்வு ஆகியனவற்றை மேற்கொள்ளும் ஆய்வாளருக்குப் பின்வரும் காரணங்களும் தெளிவு படுத்தப்படவேண்டும்.

1. எதற்காக இப்பணி மேற்கொள்ளப்பட்டது என்பதற்கான சரியான காரணம்
2. பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படும் ஆய்வுநெறி, கடைப்பிடிக்கும் விதம், கலந்து கொண்ட பலதுறை வல்லுநர்கள் குறித்த செய்தி, இதற்கு முந்தைய பணி அனுபவம் போன்ற கருத்துகள் பற்றிய தெளிவு ஆகியனவாகும்.

ஒவ்வொரு தொல்லியல் களமும் பண்புகளில் பலவகைகளில் வேறுபடும். ஒரே காலத்தைச் சேர்ந்த இரண்டு தொல்லியல் இடங்கள் அகழாய்வின்போது வேறுபட்ட சூழல் மற்றும் இடர்ப்பாடுகளைக் கொண்டிருக்கும். திட்டமிடுதலில் நெகிழ்ந்து கொடுத்தல் (flexibility) என்பது ஒரு முக்கியமான கூறாகும்.

அகழாய்வில் பணிமுதிர்ச்சி, அகழாய்வு பற்றிய தெளிந்த அறிவு ஆகியன கள ஆய்வைத் திட்டமிடுதலுக்கு மிகவும் பயன்படும். ஏற்கனவே மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளின் அறிக்கைகள், ஆய்வு நூல்களாக வெளிவந்தவை போன்றன புதிய ஆய்வின் திட்டமிடுதலுக்கு மிகவும் பயன்படும். மேலும் ஏற்கனவே அகழாய்வில் ஈடுபட்டோருடன் கலந்துரையாடுதலும் இதற்கு உதவியாக அமையும்.

நீரகழாய்வில் ஆய்வுமுறை வரைவும் களப்பணி மேற்கொள்ளுதலும்

அகழாய்வு முறைகளை வரையறுத்து எழுத்து வடிவில் உருவாக்கும் வழக்கம் தற்காலங்களில் பெருகி வருகின்றது. முந்தைய காலங்களில் அகழாய்வு வரையறை மனதளவில் உருவாக்கப்பட்டு முக்கியமான கூறுகள் மட்டும் எழுத்து வடிவம் பெற்றன. பெரும்பாலான சமயங்களில் இவ்வரையறைகள் பிரதியாக்கம் பெற்று வல்லுநர் குழுவினரிடம் தரப்படுகின்றன. இவ்வரையறைகளை நோக்கும் குழுவினர் சில திருத்தங்களைக் கூறலாம். ஆய்வு வரைவு செயல்படுத்தப்படும் போது பணி திட்டமிட்டபடி நடைபெறுகிறதா எனக் குறுக்கு மேற்பார்வை செய்யப் பயன்படும்.

ஆய்வு வரைவுகள்

ஆய்வு வரைவு வெறும் சொற்களால் அமைந்தது மட்டுமல்ல. குறிப்பிட்ட ஆய்வு மேற்கொள்ளுவதன் நோக்கம் குறித்த செய்திகள், இந்நோக்கத்தை அடையும் வழிமுறைகள் (களப்பணி முறைகள்) ஆகியவை ஆய்வு வரைவில் முக்கிய பங்கு வகிக்கும். திறமையான ஆய்வு வரைவு ஒவ்வொரு ஆய்வு நிலையையும் தெரிவிப்பதாக அமையவேண்டும்.

ஆய்வு வரைவிற்கான பொதுவான விதிகள் ஏதும் இல்லையெனினும் அது கீழ்க்கண்ட முக்கிய கருத்துக்களை மையமாகக் கொண்டமைய வேண்டும்.

1. ஆய்வுத் திட்டத்திற்கான காரணங்கள்
2. முக்கிய நோக்கங்களும், எழும் வினாக்களும்.
3. களப்பணி முறைகள்
4. திட்டக் கால அட்டவணை
5. வல்லுநர்கள், கருவிகள், நிதிவசதி முதலியன
6. பதிவு முறைகள்
7. தொல்பொருட்களைப் பாதுகாக்கும் வசதிகள்
8. களப்பணிக்குப் பின்னர் நிகழ்த்த இருக்கும் ஆய்வுகள்
9. கிடைக்கும் தொல்பொருட்களின் பதிவுகள், அவை பாதுகாக்கப்படும் இடம் குறித்த முடிவுகள்
10. ஆய்வு முடிவுகளின் வெளியீட்டிற்கான திட்டம்
11. விளம்பர ஏற்பாடுகள்

நன்முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட திட்டவரைவு மிகச் சிறிய செயல்முறையையும் விரிவாக அலசுவதாக அமைய வேண்டும். நிதி உதவி, குழு அமைப்பு, கடமைகள், தொல்பொருட்களைப் பாதுகாக்கத் தேவையான நடவடிக்கைகள் ஆகியனபற்றி பணி தொடங்கும் முன்னரே தெளிவாகக் குறிப்பிடப்படவேண்டும்.

திறமையாக உருவாக்கப்பட்ட திட்ட வரைவு ஒரு பார்வையாளருக்கு திட்டத்தின் செயல்பாடு குறித்த நம்பிக்கையைக் கூட்டுவதாக அமையும். கடலகழாய்வு என்பது வளர்ந்துவரும் துறை என்பதால் பல வரைவுக் கூறுகள் புதியன. எனவே வரைவு ஆய்வுச் சூழ்நிலையைத் தெளிவுறுத்துவதாகவும் இடர்ப்பாடுகள் எவையென்பதைக் கூறுவதாகவும் அமைய வேண்டும்.

ஆயினும் திட்டச் செயலாக்கத்தின்போது திட்ட வரைவின் அடிப்படையில் அதனைப் பின்பற்ற இயலாமல் இடர்ப்பாடுகள் ஏற்படும்போது அவற்றைக் களைந்து தொடர்ந்து செயலாற்றும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும்.

களப்பணியின் தேவைகள் (காரணங்கள்)

களப்பணியைக் கீழ்வருமாறு இருவகைப்படுத்தலாம்.

1. ஆய்விற்காகச் செய்யப்படுவது
2. தொல்பொருட்களை அழிவினின்றும் காப்பதற்காக நிகழ்த்தப் பெறுவது.

ஆய்விற்காக நிகழ்த்தப்பெறும் களப்பணி என்பது கிடைக்கும் தொல்பொருட்களை ஆய்வு செய்து, அக்காலத்தைப் பற்றிய செய்திகளைப் பெறுவதாகும். தொல்பொருட்களைக் காப்பதற்காக நிகழ்த்தப்பெறும் களப்பணி என்பது அழிந்து கொண்டிருக்கும், தொல்லியல் இடங்களைக் கண்டறிந்து அவை அழியுமுன்னர் ஆய்வு செய்து முடிப்பதாகும். ஆய்விற்காக நிகழ்த்தப்பெறும் களப்பணியில் காலம் ஒரு பொருட்டல்ல. ஆனால் இரண்டாம் வகைக் களப்பணி குறைந்த காலத்தில் நிகழ்த்த வேண்டிய ஒன்றாகும்.

களப்பணிக்கான திட்டமிடுதல்

ஆய்வு நெறிமுறைகள் பலவகையாக இருக்கலாம். ஆனால் அதற்கான திட்ட செயல்பாடுகள் மாறுபடும். இருப்பினும் திட்டத்தின் பொதுவான பார்வைகள், நிறுவனங்களின் காரணிகள் (factors) ஆகியன கணக்கில் கொள்ளப்படவேண்டும்

பொதுவான பார்வைகள் (General Consideration)

ஆய்வு செய்யும் களத்தில் இதுவரை எவ்வகை ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன என்பதை அறியவேண்டும். ஏற்கனவே தயாரிக்கப்பட்ட நீர் ஆழ வரைபடங்கள் மற்றும் நிலஇயல், உயிரியல் ஆய்வுகள், வரலாறு, தொல்லியல் ஆய்வுகள் போன்றனவற்றின் ஆய்வறிக்கைகளை அவை தொடர்பாக ஆய்வு செய்த நிறுவனங்களிடமிருந்து பெறவேண்டும்.

ஆய்வுப் பணியை எவ்வகையில் நிகழ்த்தலாம் என்பதை முடிவு செய்யும் முன்னர் ஆய்வுக் களத்திற்கு நேரடியாகச்

செல்லுதல் வேண்டும். ஏனெனில் பிற வகையில் கிடைத்த தகவல்கள் தவறாக இருப்பின் நேரடியாகச் செல்லுதல் மூலம் திருத்திக் கொள்ள உதவும்.

ஆய்வுக் களத்தைப் பற்றிய தகவல்கள் அதிகமிருப்பின் பணியைத் திட்டமிடுதல் செம்மையாக அமையும். நீரினுள் நிகழ்த்தப்படும் ஆய்வுகள் என்பதால் நில அகழாய்வைவிட சில காரணிகள் திட்ட செயல்பாட்டை வசப்படுத்தும் வாய்ப்பு உண்டு. நீர்மூழ்கும் போதும் பிற கருவிகள் கொண்டு ஆய்வு செய்யும் போதும் சில இடர்ப்பாடுகள் புதியதாக உருவாகலாம். இப்பணியைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளாவன:

1. ஆய்வின் நோக்கம்
2. ஆய்வுக்களப் பரப்பு
3. காணவிழையும் தொல்பொருளின் அளவு, பண்பு
4. களச் சூழல்
5. படகின் அளவு, அதிலுள்ள நீர்மூழ்கும் வசதிகள்
6. ஆய்வுக்கான காலம், நிதியுதவி
7. வல்லுநர்கள்

கருவிகள்

நீரகழாய்விற்குத் தேவையான கருவிகள் எவை என்பது நன்கு திட்டமிடப்படவேண்டும். நீர்மூழ்கு கருவிகள், அளவீட்டுக் கருவிகள் (Survey Equipments), வரைபடக் கருவிகள் போன்றனவற்றைக் குறித்த பட்டியல் தயாரிக்கப்பட்டு அவற்றின் எண்ணிக்கை குறித்த செயல்பாடுகள், பிற நிறுவனங்களிடமிருந்து கடனாகப் பெறவேண்டிய கருவிகள், கருவிகளைத் திறம்பட இயக்கும் வல்லுநர்கள் குறித்த பட்டியலும் தயாரிக்கப்பட்டு திட்டமிடப்பட வேண்டும்.

களமேடை

நீரகழாய்வு செய்யும் போது கடலுக்குள் மேல் வரும்போது கொணரப்படும் பொருட்கள், கருவிகள் போன்றவற்றை வைப்பதற்கான மேடைபோன்ற அமைப்பு களமேடை எனப்படும். அது கப்பல் மூழ்கியுள்ள இடத்திலேயே

இருத்தல் வேண்டும். அம்மேடை காற்றடைத்த இரப்பராலான தட்டைப் படகு அல்லது அகலமான மிதக்கும் உலோகத்தாலான அல்லது மரத்தாலான மேடையாக இருத்தல்வேண்டும். அம்மேடையின் வடிவம் கடல் சூழலுக்குத் தகுந்தபடி அமையவேண்டும்(படம்-81,82).

களமேடைகளில் நீரகழாய்விற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகள் அனைத்தையும் வைத்துப்பேணும் வசதியுடன் இருப்பது முக்கியம். இம்மேடையில் கணிப்பொறி வசதியிருத்தலும், மின்இயந்திரம் இருத்தலும் அவசியமானது. படகுகள், மிதவை மேடைகள் போன்றவற்றில் எம்மாதிரியான களமேடை தேவையென்பதை திட்டமிட வேண்டும்.

தொல்பொருட்களைப் பாதுகாத்தலுக்கும் பேணுதலுக்குமான திட்டமிடுதல்

ஆய்வில் எத்தகைய பொருட்கள் காணப்படும் என்பதைக் கண்டறிந்து. அப்பொருட்கள் வெளிக் கொணரப்பட்டால் எவ்வகையான பாதுகாக்கும் முறையைக் கையாளவேண்டும் எனவும், தேவையான கருவிகள், வேதியியல் பொருட்கள், குளிர் சாதன வசதி என்பனவற்றுள் எவை எவை தேவைப்படுவன எனவும் கண்டறிந்து அவற்றைப் பெறத் திட்டத் தொடக்கத்திலேயே திட்டமிடுதல் வேண்டும். இக்கருவிகளைப் பயன்படுத்த தகுந்த வல்லுநர்களை நியமிக்கவும் ஆவன செய்தல் வேண்டும்.

புகைப்படமெடுத்தலுக்கானத் திட்டம்

கடலகழாய்வில் புகைப்பட அளவியல் முறை என்பது மிகவும் முக்கியமான, எளிமையான முறையாகும். எனவே திட்டத்திற்குத் தேவையான புகைப்படக் கருவிகள், பிற உபகரணங்கள் எவை எவையென்பதைக் கண்டறிந்து அறிக்கை தயாரிக்கவேண்டும். இத்திட்டத்தில் பணிபுரியும் புகைப்பட நீர்மூழ்குநருக்கு வேண்டிய பொருட்களையும் வசதிகளையும் தடையின்றி வழங்க திட்டமிடுதல் அவசியமாகிறது.

தரவுகள் பற்றிய ஆய்வு மற்றும் வெளியீடுகள்

தரவுகளை ஆய்வு செய்யவும், ஆய்வு முடிவுகளை

அறிக்கைகளாக வெளியிடுவதற்கான திட்டங்களையும் மேற்கொள்ளவேண்டும்.

தரவுகள், தொல்பொருள்கள் சேமித்தல்

ஆய்வில் கிடைக்கின்ற தரவுகள், பதிவேடுகள், தொல்பொருட்கள் மற்றும் பிற பொருட்களைப் பின்வரும் காலங்களில் ஆய்வு செய்வோருக்குப் பயன்படும் வகையில் சேமித்தல் வேண்டும்.

குழு அமைப்பு

நீரகழாய்வில் குழு அமைப்பும் அதன் மேலாண்மையும் மிகவும் முக்கியமானது. ஒருவர் அனைத்துத் துறையிலும் வல்லுநராக இருக்க இயலாது. எனவே ஆய்வில் பங்கு கொள்ளும் அனைவருக்கும் அவர்கள் செயல்படுத்த வேண்டிய பணிகள் என்ன என்பதைத் தெளிவாகக் கண்டறிய குழுக்கள் அமைப்பதும் அக்குழுக்களுக்குத் தலைவர்களை அமைப்பதும் மிக முக்கியமானது. ஒவ்வொரு குழுக்களின் பணியென்ன என்பதையும் தெளிவாக வரையறுக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு பணிக்கும் தேவையான வல்லுநர்களின் உதவியைப் பெறவேண்டும். இக்குழுக்கள் ஒருங்கிணைந்து பணியாற்றினால் மட்டுமே அகழாய்வைத் திறம்பட நிகழ்த்த இயலும்.

குழுக்களின் குறிப்பிட்ட கடமைகள்

கடலகழாய்வில் சில குறிப்பிட்ட குழுக் கடமைகள் எவையென்பதை வரையறுக்க வேண்டும். இவை ஒவ்வொரு குழுக்களின் முக்கியக் கடமையாகக் கருதப்படவேண்டும்.

1. நீர்மூழ்கும் குழு
2. படகுக் குழு
3. தொல்பொருள் குழு
4. பதிவு செய்யும் குழு
5. சுற்றுச்சூழல், அறிவியல்முறைத் தொல்லியல் குழு
6. புகைப்படக் குழு
7. கருவிகள், உபகரணங்கள் குழு

8. பிறவற்றிற்கான குழு

அ. வல்லுநர்குழு

தொல்லியல் ஆய்வில் பல துறை சார்ந்த வல்லுநர்கள் தேவை. ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட ஆய்வு முடிவு தொடர்பாகவும் வல்லுநர்களுடன் கலந்தாலோசிக்க வேண்டும். தொல்லியல் ஆய்வுகளுக்கு

1. தொல்லியல் அறிஞர்
2. தொல்பொருள் அறிஞர்
3. தொல்பொருள் பாதுகாப்பு அறிஞர்
4. தொல்பொருள் விளக்க அறிஞர்

ஆகிய வல்லுநர்கள் முக்கிய பங்காற்றுவர். திட்டம் முடியும் வரை இவ்வறிஞர்களின் பணி தொடர்ந்து இருக்குமாறு திட்டமிடல் வேண்டும்.

ஆ. சேவைக்குழு

சில சமயங்களில் சில துறையில் வல்லுநர்கள், நிதி உதவியின்றி தமது பணியை திட்டத்திற்காகத் தன்னார்வத்துடன் பயன்படுத்த முன் வருவர். எடுத்துக்காட்டாக நீர்மூழ்குநர் ஒருவர் அகழாய்விற்கு உதவி செய்வதற்கு முன்வந்தால் அவருக்குத் தேவையான குறைந்த பட்ச தொல்லியல் அறிவை அளித்து அவரைப் பயன்படுத்தலாம்.

இ. நிதித்திட்டம்

அகழாய்விற்குத் தேவையான நிதிச் செலவு எவ்வளவு என்பதனையும், எக்காலத்தில் எவ்வளவு தேவைப்படும் என்பதையும் கண்டறியவேண்டும், மேலும், இதற்கு நிதியளிக்கும் நிறுவனங்களைக் கண்டறிதல் வேண்டும். கடலகழாய்வில் நிதிச் செலவு விவரம் சரியாகக் கணக்கிடப் படவில்லையெனில் திட்ட செயல்பாடுகளில் பல இடர்ப்பாடுகள் உருவாகும். எனவே நிதித் தேவை குறித்த அறிக்கை தெளிவாகத் தயாரிக்கப்படவேண்டும்.

12. நீரில் அளவிடுதல்

கடலுக்கடியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தொல் பொருளை அளவீடு செய்து வரைபடங்கள் தயாரித்தல் வேண்டும். அவை மாதிரி அகழாய்வு செய்யவும், முழு அகழாய்வு செய்யவும் பயன்படுகின்றன. வரும் காலங்களில் கடலடியில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கண்காணிக்கவும், அகழ்வுக்கான திட்டங்களை வகுக்கவும் இது முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. சில ஆய்வுக் களங்களில் தொல்பொருட்கள் பரந்து சிதறிக் கிடக்கும். அப்பகுதியில் அளவீடு செய்வதால் எப்பகுதியில் முதலில் ஆய்வைத் தொடங்கலாம் என்ற தெளிவு ஏற்படும். எனவே, அகழாய்வு செய்ய வேண்டிய ஆழம், பரப்பு ஆகியனவற்றைப் பற்றிய செய்திகள் மட்டுமல்லாது எம்மாதிரியான தொல்பொருட்கள் கிடைக்கும் என்பதைப் பற்றி அறியும் வகையிலும் அளவீடு அமைதல் வேண்டும். முடிந்தவரை அனைத்து விவரங்களையும் பதிவு செய்தல் வேண்டும். முப்பரிமாண, இருபரிமாண வரைபடங்கள் தயாரித்தலில் அளவிடுதலுக்கு முக்கிய பங்குண்டு. அளவீடு மேற்கொண்டபின் காலப்போக்கில் அக்கடல் பகுதியில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் குறித்து அறிய மீண்டும் பலமுறை அளவிட வேண்டும். இதனால் தொல்பொருள் புதைந்த பகுதியில் ஏற்படும் நிலமாற்றங்கள், உயிரியல் மாற்றங்கள், வேதியியல் மாற்றங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றிய விவரங்கள் கிடைக்கும். மேலும் அகழ்விற்கு முன்னர் பலமுறை அளவீடுகள் செய்வது எதிர்காலப் பணியைத் திட்டமிடவும், இடர்ப்பாடுகளின்றி பணிபுரியவும் பயன்படும்.

அளவிடுதலின் அடிப்படைகள்

அளவிடுதல் எளிமையானதே. இதன் அடிப்படைகளை அறிந்துகொண்டால் கணக்கியல் அறியாதோரும் துல்லியமாக அளவீடு செய்யலாம். இவ்விடங்களில் பின் தரப்பட்டுள்ள அடிப்படைகளைக் கற்றால் ஆய்வுக்கள தளப்படம் (plan), கட்டடங்களின் வரைபடம், கப்பலின் வரைபடம், பிற பொருள்களின் வரைபடம் ஆகியனவற்றை எளிதாக வரையலாம். அளவீடு செய்யப் பல வழிமுறைகள் உண்டு. எவ்வகையான வரைபடங்கள் தேவையோ, எவ்வகைச் சூழல் உள்ளதோ அதற்குத் தகுந்தவாறு அளவீட்டு முறைகளைத் தேர்வு செய்து கொள்ளலாம்.

முப்பரிமாணங்கள்

அளவிடுதலின் நோக்கம் அளவிடப்படும் பொருள் ஒரு அடிப்படைப் புள்ளியிலிருந்து (datum point) எங்கு உள்ளது என்பதைக் குறிப்பது ஆகும். ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் நீளம், அகலம், உயரம் ஆகிய முப்பரிமாணங்கள் உண்டு. இதையே வரைபடத்தில் அகல அச்சு (x -axis), நீள் அச்சு (y-axis), உயர அச்சு (z-axis) எனக்குறிப்பர்(படம்-83). மூன்றச்சுக்களையும் பயன்படுத்தி தயாரிக்கப்படும் வரைபடம் முப்பரிமாண வரைபடமாகும். உயர அச்சைக் குறிக்காமல் நீளம் மற்றும் அகலம் ஆகியன மட்டும் கணக்கில் கொண்டு வரையப்படும் படங்கள் இரு பரிமாணப் படங்களாகும். தளப்படங்கள் (plan), குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றப் படங்கள் (sections) இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இரு பரிமாண தளப்படங்கள் முப்பரிமாணப் படங்கள் தயாரிப்பதை விட எளிமையானது(படம்-84,85). பெருமளவிலான செய்திகளையும் காட்டவல்லது.

அளவுத் துல்லியம்

ஆய்வுக்களப்பகுதி துல்லியமாக அளவிடப்பட வேண்டும். அளவுத் துல்லியத்தை, வரைபட அளவுகோல் மடங்கு (scale) கொண்டும் முடிவு செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக, வரைபடம் உண்மை அளவில் பத்தில் ஒரு

பங்காக காட்டும் என்றால் மி.மீ 'துல்லியம் தேவையில்லை செமீ துல்லியம் போதுமானது.

மேலும் அளவீட்டின்போது தவறுகள் நிகழாவண்ணம் அளவிடுதல் வேண்டும். மிகப்பெரிய தொல்லியல் களங்களில் ½ மீட்டர் அளவுத் தவறுகளை (error) அனுமதிக்கலாம். ஆனால் சிறிய ஆய்வுக் களங்களில் இத்தவறுகள் குறைக்கப்பட வேண்டும். துல்லிய அள்வீட்டிற்கும், அளவீட்டில் ஏற்படும் தவறுகளைக் களையவும் கீழ்க்கண்ட வழிகளைக் கையாளலாம்.

1. அடிப்படைப்புள்ளி (Datum points) யிலிருந்து துல்லியமாக அளத்தல்.
2. அளக்கும் முறையும், கருவியும் துல்லியமாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ளல்.
3. கவனமாக அளவீடுகளைப் பதிவேடுகளில் பதிவு செய்தல்.
4. துல்லியமாக அளவிட அடிக்கடி குறுக்கு அளவீடு (Cross Checking) செய்து சரிபார்த்தல்.
5. அளவிடுதலுக்கு தேவையான காலத்தை அளித்தல்.

துல்லிய அளவீட்டைக் கண்காணித்தல்

ஒரே அளவு பலமுறை அளக்கப்படும் போது அந்த அளவு மாறுபட்டு வரலாம். எடுத்துக்காட்டாக, கப்பலின் அடிப்பாகத்தின் நீளம், முதல் முறையில் 34.90மீ எனவும், அடுத்தமுறை 35.10மீ எனவும் இருவேறு நபர்களால் அளக்கப்படலாம். மீண்டும் பிறரால், அல்லது ஒருவரால் அளக்கப்பட்டு அளவீடுகளின் மதிப்பைச் சராசரியாக்கி குறிக்கவேண்டும். அதாவது ((34.90+35.10)/2) நீளம் 35.00மீ எனக் குறித்தல் வேண்டும். இது உண்மையான அளவிற்கு நெருக்கமாக இருக்கும். எனினும் வெவ்வேறு அளவு மதிப்புகள் அளவிடுதலின் தவறுகளைக் குறிக்கிறது. எனவே, மீண்டும் ஒரு முறை அளவிடுதல் இத்தவறுகளைக் களையும். இத்தவறுகளின் சராசரியைக் கண்டுபிடிக்க தற்பொழுது கணிப்பொறி பயன்படுகிறது.

அடிப்படைக் கருத்துகள்

கடலில் அளவீடு செய்யத் தொடங்குமுன் அளவீட்டாளர் கீழ்க்கண்ட முக்கிய கூறுகளை அறிந்திருத்தல் வேண்டும்.

1. அளவிடுதல் நுட்பப் பயிற்சி

அளவிடப் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளைப் பற்றிய விவரங்கள் பயன்படுத்தும் விதம் ஆகியவற்றை நிலத்திலேயே பயன்படுத்தி பயிற்சி பெற்றால் நீரில் அளவிடும் போது ஏற்படும் குழப்பங்களைத் தவிர்க்கலாம்.

2. அளவிடுதல் கட்டமைப்பு

அளவிடும் பகுதியைப் பல கட்டங்களாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு கட்டமாக அளவீடு செய்தால் தவறுகள் குறைவதோடு, குழப்பமின்றி செயல்புரியவும் இயலும்(படம்-86).

3. குறுக்களவிடு செய்தல்

குறுக்களவீடு என்பது பிற தெரிந்த புள்ளிகளிலிருந்து வேறு அளவீடுகளை சரிபார்ப்பதாகும். இரண்டு தெரிந்த புள்ளிகளிலிருந்து ஒரு பொருள் உள்ள இடம் பொதுவாக அளவீடு செய்யப்படும். குறுக்களவீடு செய்ய வேறொரு தெரிந்த புள்ளியிலிருந்தும் அளவீடு செய்ய வேண்டும். இது அளவீட்டுத் தவறுகளை களைய உதவும்(படம்-87).

4. தவறு நிகழ்தலை எதிர்நோக்குதல்

ஒவ்வொருவரும் அளவிடுதலில் தவறு செய்ய நேரிடலாம். ஒரு குறிப்பிட்டப் புள்ளியிலிருந்து அளவிடுவதற்குப் பதிலாக வேறு புள்ளியிலிருந்து அளவீடு செய்வது, அளவு நாடாக்களில் சிக்கல், தொங்கல் ஏற்படுதல், எண்மாற்றி எழுதுதல் போன்ற தவறுகள் நிகழ வாய்ப்புண்டு. எனவே, எவ்வகையில் அளவீட்டுத் தவறுகள் ஏற்படும் என்பதை எதிர்நோக்கி அதைக் களைய ஆவன செய்ய வேண்டும்.

5. அளவுகள் நிலைப்படுத்துதல்

அளவீட்டின் முழுமைக்கும் ஒரே மாதிரியான

அளவீடுகளைப் பயன்படுத்தினால் தவறுகள் குறையும். எடுத்துக்காட்டாக, அடி, அங்குலம் குறிக்கப்பட்ட அளவு நாடாவையும், மீ, செமீ அளவுள்ள அளவு நாடாவையும் சேர்த்து பயன்படுத்தினால் பதிவு செய்யப்படும்போது தவறுகள் நிகழ வாய்ப்புள்ளது. எனவே, பயன்படுத்தப்படும் அனைத்துக் கருவிகளும் ஒரே அளவுமுறையைக் கொண்டனவாக இருத்தல் வேண்டும்.

அளவின் மடங்குகள்(Scales)

வரைபட அளவு மடங்குகள் மிகச்சிறிய பொருளையும் படத்தில் குறிப்பதாக அமையவேண்டும். அளவீடு செய்யப்பட்டு தயாரிக்கப்படும் வரைபடங்களில் அளவின் மடங்குகளைத் தெளிவாகக் குறிப்பிட வேண்டும்.

முழுமையான பதிவுகள்

அளவீடு முழுமையாகப் பதிவு செய்யப்படல் வேண்டும். அளவிடப்பட்ட அளவுகளைக் கொண்டு ஆய்வுக் களத்தையே பார்த்திராத ஒரு பொறியியல் நுட்ப வரைவாளர் முழுமையாக வரைபடத்தைத் தயாரிக்கும் வகையில் அளவீட்டுப் பதிவுகள் இருத்தல் வேண்டும்.

தரவுகளை ஒருங்கிணைத்தல்

நீர்மூழ்கி அளவிடத் தொடங்கும் முன்னர், அளவீட்டு அட்டவணைகளைத் தயாரித்து வைக்கவேண்டும். அட்டவணைகளைச் சரியாக நிரப்பவும், அளவீடுகள் விடுபடாமல் போகவும் இது பயன்படும்.

அளவீட்டுக் கருவிகள்

நீரகழாய்வு அளவீட்டுக் கருவிகள் பல உள்ளன. எளிமையான சில கருவிகளைக் கொண்டு அளவீட்டை நிகழ்த்தலாம்.

1. அளவு நாடா

பல்வேறுவகைப் பொருட்களாலும், நீளங்களிலும்

அளவு நாடாக்கள் உள்ளன. நெகிழ்மவகை (plastic) நாடாக்கள் இதற்கு நன்கு பயன்படுகின்றன. நாடா உறைக்குள் மண் புகுந்தால் பயன்படுத்துவதில் இடர்ப்பாடு ஏற்படும் (படம்-88). எனவே, இந்நாடாவை எளிதில் சுத்தம் செய்யும் வகையில் அதன் அமைப்பு இருத்தல் வேண்டும். அளவிடும் போது இழுக்கப்படுவதால் நெகிழ்ச்சி ஏற்பட்டு நாடாக்களின் நீளம் மாறுவதுண்டு. எனவே அடிக்கடி நாடாக்களைச் சோதனை செய்தல் வேண்டும்.

2. திண்ம அளவு கோல்கள்

வளைக்க முடியாத உலோகத்தாலான திண்ம அளவுகோல்கள் உள்ளன. இவை அதிகபட்சமாக 1மீ நீளமிருக்கும். குறைந்த நீளங்களையளக்க இத்தகைய அளவு கோல்கள் பயன்படுகின்றன(படம்-89).

3. அளவீட்டுச் சங்கிலிகள்

நிலப்பகுதியில் அளவீடு செய்ய சங்கிலியாலான அளவுக் கருவியும் உண்டு. இது 20மீ நீளத்திலிருந்து 50மீ நீளம் வரை உள்ள அளவுகளில் கிடைக்கும். இவற்றையே நீரினுள்ளும் பயன்படுத்தலாம். இழுவையினால் இவற்றின் நீளம் மாறாது. இரும்புச் சங்கிலிகள் துருப்பிடிக்கும் என்பதால், சங்கிலிகள் அதிகம் துருப்பிடிக்காத உலோகக் கம்பிகளால் செய்யப்பட்டதாக இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் இது விலையுயர்ந்தது. இவற்றைப் பயன்படுத்தியபின் சுத்தம் செய்து துருப்பிடிக்காத வகையில் பாதுகாக்க வேண்டும்.

4. பதிவு செய்யும் கருவிகள்

நீர்மூழ்கி ஆய்வு செய்யும்போது பதிவு செய்யப்படவேண்டிய குறிப்புகள், அளவுகள் ஆகியனவற்றை எழுத ஏ4 தாள் அளவிலான வரைபடப் பலகைகள் பயன்படுகின்றன(படம்-90). இப்பலகைகள் நீரில் நனையா வரைபடத் தாள்களைப் பொருத்தும் வண்ணம் அமைந்து இருக்கும். கட்டங்கள் கொண்ட வரைபடத் தாள்கள் அளவீடுகளைப் பதிவு செய்ய மிகவும் பயனுடையதாக அமையும். அளவீடுகளைக் குறிக்க ஏதுவாக இப்பலகையில்

கயிற்றினால் கட்டிய எழுதுகோல் ஒன்று தொங்க விடப்பட்டிருக்கும்.

5. ஒலிக் கருவிகள்

நீளங்களை அளப்பதற்கு தற்காலங்களில் ஒலி அலை தத்துவத்தில் இயங்கும் கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை வருங்காலங்களில் நீரகழாய்வில் பெரும் பங்காற்றும்.

6. கணிப்பொறிகள்

தற்பொழுது அளவீடுகளைப் பதிவு செய்தலுக்கும், மீள் நோக்கவும் கணிப்பொறி மிகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆரம்ப அளவீட்டுக் கட்டங்களை வகுத்தல்

ஒரு கப்பல் அல்லது தொல்பொருளை அளவீடு செய்யும்போது அளவீட்டுக் களத்தைப் பல கட்டங்களாகவோ, வலைகளாகவோ பிரித்துக் கொள்ளவேண்டும். வலை, கட்டங்களின் சந்திப்புப் புள்ளிகள் சரியாக அளக்கப்பட்டு வரைபடமாக்கப்பட வேண்டும்.

களக் கட்டமைப்பு

அளவிடும் களம் பல கட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு கட்டமும் தனியாக அளவீடு செய்யப்பட்டு, வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்படும். இக் களக் கட்டங்கள் மூன்று வகைகளாகக் கொள்ளலாம். 1. அளவீட்டு கட்டம் 2. நீர்மூழ்குநர் வழிகாட்டுக் கட்டம் 3. கொள்கைசார் கட்டம் ஆகியனவாகும்.

1. அளவீட்டுக் கட்டம்

அளவீட்டுக் கட்டங்கள் வளையாத உலோகக் குழாய்களால் பொருத்தப்பட்டு கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை கயிற்றினாலும் கவனமாக உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கட்டமைப்புக்குத் தகுந்த எண்கள் இடப்பட்டும் இருக்கும். உறுதியான இக்கட்டமைப்பு சில இயற்கை விசைகளால் மொத்தமாக நகர்ந்து அளவீட்டுப் பிழைகளை உருவாக்கும் வாய்ப்புண்டு. எனவே இக்கட்டங்கள்

ஒரே இடத்தில் உள்ளனவா என்பது பற்றி குறுக்குச் சோதனை செய்தல் வேண்டும்(படம்-91).

2. நீர்மூழ்குநர் வழிகாட்டுக் கட்டமைப்பு

இவை நீரில் அளவீடு செய்யும் நீர்மூழ்குநருக்கு உதவி புரியவும், அவர்கள் பணிபுரியும்போது தேவையான தளமாகவும் பயன்படுவன. இவையும் உலோகக் குழாய்களாலானவையே (படம்-92).

3. கொள்கைசார் அளவிட்டுக் கட்டம்

இக்கட்டமைப்பு வரைபடத்தில் x,y,z அச்சுக்களைக் குறிக்கும். அளவிடப்பட்ட அளவுகளை வரைபடத்தில் குறிக்க இக்கட்டமைப்பு உதவும்.

தரவுப் புள்ளிகள் (Datum Points)

தரவுப் புள்ளிகள் என்பன அளவீட்டிற்கு அடிப்படைப் புள்ளிகளாவன. தொல்லியல் அளவீடுகள் இப்புள்ளிகளிலிருந்தே அளவீடு செய்யப்படுகின்றன. தரவுப் புள்ளிகள் தெளிவாக அமைதல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, தரவுப்புள்ளி அமைக்கப்பட்ட இடமானது கிழக்கிலுள்ள பாறையின் மேற்பகுதி என குழப்பம் தரும் வகையில் குறிக்கப்படக்கூடாது. இப்புள்ளிகளின் அமைவிடங்கள் தொல்பொருள் அளவீட்டிற்குச் சாதகமாக இருத்தல் வேண்டும். தொல்பொருள் இடத்திற்கும், தரவுப்புள்ளிகளுக்கும் தடையாகப் பிற பொருட்கள் இருத்தல் கூடாது. இப்புள்ளிகளின் இடையே உள்ள தூரங்கள் துல்லியமாக இருத்தல் வேண்டும்(படம்-93,94).

பல முறைகளில் தரவுப் புள்ளிகளை நிறுவலாம். தரவுப் புள்ளிகளைக் கடல் தரையில் துளையிட்டு உலோகக் குழாய்களை செருகி, கான்கிரீட் கலவையால் அடிப்பகுதி அடைக்கப்படவேண்டும். உலோகக் குழாய்களின் மேல்புறம் அதன் உயரத்தை அதிகரிக்கும் துளைகள் இருத்தல் வேண்டும். கயிறுகள் கட்டும் கொக்கிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

தொல்லியல் களப்பரப்பில் தேவையெனில் புதிய

தரவுப் புள்ளிகளைப் பழைய தரவுப் புள்ளிகளின் உதவியுடன் நிறுவலாம்.

அளவிட்டுத் தரவுப்புள்ளி வலைகள் உருவாக்கம்

தரவுப் புள்ளிகளை நிறுவிய பின்னர் அளவீடு செய்ய வேண்டிய பகுதியில் மேலும் பல புள்ளிகளை நிறுவி இவற்றின் இடையேயான தூரங்களைக் கண்டறிந்து தவறுகள் ஏற்படின் திருத்திக் கொள்ளலாம். இந்தப் புள்ளிகள் ஒரு வலைபோல் காட்சியளிக்கும்(படம்-95).

அளவிட்டு முறைகள்

முக்கோண அளவை முறை, முப்பக்க அளவை முறை என்னும் இரு முறைகளில் பொதுவாக அளவீடு செய்யப்படுகிறது. முக்கோண அளவீட்டு முறையில் ஒரு முக்கோணத்தின் கோணங்கள் அளக்கப்படும்(படம்-96). இதற்குக் கோணமானி போன்ற கோணமளக்கும் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு முக்கோணத்தின் பக்கங்களை மட்டும் அளப்பது முப்பக்க அளவீட்டு முறையாகும்(படம்-97). இம்முறையில் அளவு நாடாக்கள், அளவுகோல்கள், தூரமளக்கும் பிற கருவிகள் ஆகியனவற்றைக் கொண்டு அளக்கப்படுகின்றன.

அளவிட்டு வரைபடங்கள்

அளவீடுகளில் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகள், கோணங்கள் போன்றவற்றை தேவையான அளவுகோல் மடங்கிற்கு (1:20, 1:40, 1:100) வரைபடங்களாக உருவாக்கவேண்டும்.

விலகுதூர அளவிடு (Offset Measurements)

தொல்பொருளின் விளிம்புப் பகுதிகள் தரவுப் புள்ளிகளிலிருந்து எவ்வளவு தூரம் விலகியுள்ளது என்பதைக் கணக்கிடுவது விலகுதூர அளவீட்டு முறையாகும். இரண்டு தரவுப் புள்ளிகள் கொண்டு ஓர் அடிப்படைக்கோட்டை அமைக்கலாம் (படம்-98).

இவ்வளவீட்டில் தொல்பொருளின் விளிம்புப் பகுதிகள் எவ்வளவு தூரம் அடிக்கோட்டிலிருந்து விலகியுள்ளன என்பதை அளக்க அடிக்கோட்டிலிருந்து செங்குத்துக் கோடு ஒன்றை உருவாக்கி அளக்க வேண்டும். இவ்வளவீடுகளை வரைபடங்களில் வரைந்து காட்டுதல் வேண்டும். சிறிய அளவிலான அளவீட்டிற்கு இது மிகவும் பயன்படும்.

சதுர வடிவச் சட்டங்கள்

மிகத் துல்லியமாகவும், அதிக அளவிலும் அளவீடுகள் அளவீட்டு சட்டங்களின் உதவியுடன் நிகழ்த்தப்பெறுகின்றன. இது விலகுதூர அளவீட்டை விட சிறந்தது. இச்சட்டங்கள் 1மீ நீளம் 1மீ அகலம் கொண்டவை. இவற்றில் 10லிருந்து 20 செமீ தூரத்தில் இருபுறமும் கம்பிகள் கட்டப்பட்டு சதுர வலைகள் உருவாக்கப்படும்(படம்-99). இவ்வலைகள் தொல்பொருள் மீது வைக்கப்பட்டு நீர்மூழ்குநர் ஒவ்வொரு சதுரத்திலிருக்கும் பொருட்கள் அனைத்தையும் அளவீடு செய்து கட்டமிடப்பட்ட வரைபடத்தாளில் வரைந்து கொள்வார். இவர் மேலே வந்த பின்னர் உடனடியாக அது பொது வரைபடத்தாளில் பிரதி எடுக்கப்படும். இவ்வலைகளின் தூரங்கள் எவ்வளவு குறைவாக உள்ளனவோ அவ்வளவு துல்லியமாக வரைபடங்களை வரையலாம். இவ்வலைக் கம்பிகளைப் பல வண்ணங்களில் தயாரிக்கலாம். இச்சட்டங்களைக் கொண்டு சிறிது சிறிதாக அளவிட்டு ஒட்டு மொத்தத் தொல்லியல் இடத்தை தயாரிக்கலாம். சட்டங்களைக் கொண்டு அளவீடு செய்யும் முறையில் கீழ்க்கண்ட முக்கிய கருத்துக்களை மனதில் கொள்ள வேண்டும்.

பரப்பின் முழு அளவிடு

சட்டங்களின் உதவியுடன் செயல்படுத்தப்படும் அளவீட்டு முறை ஒட்டு மொத்தப் பரப்பிலும் அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ளதா என்பதைக் கண்காணிக்க வேண்டும்.

சட்டங்களின் இடமறிதல்

சட்டங்கள் துணையுடன் நிகழ்த்தப்பெறும் ஒவ்வொரு

அளவீடும், எந்த இடத்தில் செய்யப்பட்டதென்ற குறிப்புகள் பதிவு செய்யப்பட வேண்டும்.

சட்டங்களின் கோணமறிதல்

இச்சட்டங்கள் வடக்கு நோக்கி உள்ளனவா, அல்லது வடக்கிலிருந்து எவ்வளவு பாகைகள் திரும்பியுள்ளன என்ற குறிப்பும் பதிவு செய்யப்படல் வேண்டும்(படம்-100).

அளவிட்டை தரப்படுத்துதல் (Standardisation)

ஓர் அகழாய்வில் அளவீட்டுச் சட்டங்களைப் பல ஆய்வாளர்கள் பயன்படுத்தலாம். எனவே, இச்சட்டங்களின் அளவுகள் மாறாமல் இருத்தல் வேண்டும். அளவீட்டின்போது குறியீடுகள், அளவுகள் ஆகியனவற்றிற்கு ஒரே முறையையே பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

தரவுப் புள்ளிகள்

ஒவ்வொரு சட்ட அளவீடும் ஒரு தரவுப்புள்ளியுடன் தொடர்புப்படுத்தி அளவீடு செய்யப்பட்டால் வரைபட ஒருங்கிணைப்பு எளிதாக அமையும்.

அளவிடுகளை வரைபடமாக்குதல்

சட்டங்களில் செய்யப்படும் அளவீடுகள் அதிக எண்ணிக்கையிலிருக்கும். இவற்றை ஒருங்கிணைத்து வரைபடம் தயாரித்தாலே அளவீட்டின் நோக்கம் நிறைவேறும். இவ் அளவீட்டிற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட அனைத்து பதிவேடுகளையும் கவனமாகப் பாதுகாத்தல் வேண்டும். சட்ட அளவீட்டு முறைகள் மிகப் பரந்த பரப்பிலான அளவீட்டிற்கு மிகவும் உகந்தது. இது மிகச் சிறிய தொல்பொருளையும் பதிவு செய்யப் பயன்படுகிறது. இச்சட்டங்களை எந்த கோணத்திலும் வைத்து அளக்கலாம்.

செங்குத்து விலகுதூர வரைபடங்கள்

தொல்பொருளின் தள வரைபடம் மேற்கண்ட முறையில்

வரையப்படுகிறது. கப்பலின் முகப்புத் தோற்ற வரைபடத்தை மேற்கண்ட முறையில் அளவீடு செய்ய இயலாது. இம்முறை அளவிடுதலுக்கு மூழ்கிய கப்பலின் முனைப் பகுதிகளுக்குச் சற்று தொலைவில் இரு இரும்புத் தூண்கள் நடப்பட்டு இத்தூண்களுக்கு இடையில் கிடைமட்டமாக அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட ஒரு நீண்ட கழி வைக்கப்படும்(படம்-101,102). கழியின் ஒரு முனையைத் தரவுப் புள்ளியாகக் கொண்டு கப்பல் கழிக்கு எவ்வளவு தூரத்தில் எவ்வளவு ஆழத்திலுள்ளது என்பதைக் கண்டு குறிக்கலாம். ஒவ்வொரு விளிம்பிற்கும் ஒரு அளவீடு பதிவுசெய்து குறுக்கு வெட்டு, முகப்புத் தோற்ற வரைபடங்களை வரையலாம்.

ஆய்வுக் களத்தில் புகைப்படமெடுத்தல்

களத்தில் புகைப்படமெடுத்தல் என்பது குறைந்த செலவில் சார்புநிலைமாறாத எளிய பதிவுமுறையாகும். புகைப்படம் எடுக்கும் முன்பு அது எந்நோக்கத்திற்காக எடுக்கப்படுகிறது என்பதை முடிவு செய்ய வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, அறிக்கையில் பயன்படுத்தக்கூடிய புகைப்படம் எடுக்கும் முறைக்கும், விரிவுரை நிகழ்த்த எடுக்கப்படும் முறைக்கும் வேறுபாடுகள் உண்டு. தொல்பொருள் மேலே கொணரப்பட்டபின் படகில் புகைப்படமெடுப்பது, நீரினுள்ளேயே புகைப்படமெடுப்பது என இருவகைகள் உண்டு.

புகைப்படமெடுத்தலின் நோக்கம்

புகைப்படம் குறிப்பிட்ட நோக்கத்திற்காக எடுக்கப்படவேண்டும். பதிவிற்கும் காட்சிப்படுத்தவும் கருப்பு வெள்ளைப் படங்கள் சிறந்தன. விரிவுரையாற்றவும் விளம்பரத்திற்கும் வண்ணப்படங்களைப் பயன்படுத்தலாம். புகைப்பட சுருள் மற்றும் படச்செலவு, அகழாய்வில் பிற செலவுகளைக் காட்டிலும் மிகக்குறைவு. எனவே ஒரே பொருளை இருமுறை புகைப்படமெடுப்பது சிறந்தது. இது செலவைக் குறைப்பதோடு பிறருக்கும் சில நகல்களைக் கொடுத்து உதவப் பயன்படும்(படம்-103,104).

தொல்பொருள் வெளிக்கொணர்ந்தபின் படகில் புகைப்படமெடுத்தல்

புகைப்படங்களின் தேவைகள் பலவிதமாக இருப்பதால், தொல்பொருட்கள் வெளிக்கொணரப்பட்டபின் வல்லுநர்களால் புகைப்படம் எடுக்கப்படவேண்டும். தொல்லியல் ஆய்வுக்குத் தேவையான வகையில் புகைப்படங்கள் நுட்பத்துடன் எடுக்கப்படவேண்டும். எனவே, புகைப்பட வல்லுநர் ஆய்வு மேற்கொள்ளும் தொல்லியலாளருடன் ஒரு முறையாவது கலந்தாலோசித்துப் பணியை மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும். புகைப்படமெடுக்கும் நுட்பம் குறித்த நூல்களின் உதவியையும் அவர்கள் நாடலாம்.

கருவிகள்

1. புகைப்படக் கருவி நுட்பம் மிகுந்ததாக இருத்தல் வேண்டும்.
2. மென்மையான, வேகம்குறைந்த சுருள்களைப் பயன்படுத்தலாம்
3. முக்காலிகள், நிழற்பட சட்டங்கள் ஆகியனவற்றை பயன்படுத்தலாம்.

ஒளிக்கோண அமைப்பு

எப்போதும் ஒளியமைப்பு மேலே இடது புறத்திலிருந்து வருமாறு அமைத்தல் வேண்டும். சில வேளைகளில் ஒளியின் கோணம் மாற்றியமைக்கப்படலாம். காட்டாக, நாணயத்தின் தலைப்பகுதி வலதுபுறத்தில் வைக்கப்படும்போது ஒளி வலதுபுறத்திலிருந்து வரவேண்டும். சூரிய ஒளியில் எடுக்கப்படும்போது பொருளின் நிழல் பொருளின் மேலேயே விழாமல் பார்த்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

அளவுகோல்கள் பயன்படுத்துதல்

தொல்பொருளுக்கருகில் அளவுகோல்களை வைத்துப் படமெடுத்தால் பொருளின் அளவை ஆய்வாளர் அறிய உதவும். மேலும் சிலவேளைகளில் ஆய்வுக் களத்தில் தொல்பொருளின் அளவுகள் தவறாக அளவிடப்பட்டிருக்கலாம். பொருளருகில்

அளவுகோலில் வைப்பதால் அப்படங்களைக் கொண்டு குறுக்காய்வு செய்து அளவுகள் சரிசெய்துகொள்ளப் பயன்படும். அளவுகோலுடன், தொல்பொருள் பதிவெண் மற்றும் குறிப்பிடத்தகுந்த செய்திகளையும் சேர்த்துப் புகைப்படமெடுப்பது நல்லது. அளவுகோல்கள் கையால் தயாரிக்கப்படலாம் எனினும், நெகிழ்மப்(Plastic) பொருளால் ஆன பலவித அளவுகோல்களைப் பயன்படுத்துவது நல்லது. அளவுகோல், பதிவெண்போன்றவற்றை தொல்பொருளிலிருந்து சற்றுத் தூரத்தில் வைத்தால் புகைப்படத்தில் தேவையில்லாதபோது நறுக்கி எடுக்க எளிதாக அமையும்.

தொல்பொருளின் பின்புலம் (Background)

புகைப்படமெடுக்கும் போது தொல்பொருளின் பின்புறத்தில் கருப்பு அல்லது வெள்ளை வண்ண புற அமைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்ளவேண்டும். பிற வண்ணத்தாலான புற அமைப்புகளும் கருப்பு வெள்ளைப் புகைப்படத்தில் கருமை நிறத்திலேயே தெரியும். சொரசொரப்பான வண்ணத்துணிகள், புற்கள் மீது வைத்து எடுக்கப்படும் புகைப்படங்கள் தெளிவாய் தெரியாது. புகைப்படக் காட்சிக்காலம் (exposure) துல்லியமாக இருக்க ஒளிச்சுருள் நிறுவனங்கள் வெளியிடும் அட்டையைப் பயன்படுத்தலாம் அல்லது புகைப்பட வல்லுநர் தக்க வண்ணங்களைப் புறத்தில் அமைத்தும் படமெடுக்கலாம்.

நீருக்குள் படமெடுத்தல்

நீருக்குள் பயன்படும் புகைப்படக் கருவிகள் விலையுயர்ந்தவை. எனவே நிதிவசதி, புகைப்படத்தின் முக்கியத்துவம் ஆகியனவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு புகைப்படக் கருவிகள் பெறப்பட வேண்டும்.

அளவுகோல்கள்

அளவுகோல்கள் அனைத்தும் மெட்ரிக் முறையில் இருத்தல் வேண்டும். பொருளின் உருவ அளவிற்குத் தக்கவாறு அளவுகோலின் நீளம் அமையவேண்டும். அளவுகோல்கள்

வழுவழுப்பாகத் தோற்றமளித்தால் புகைப்படம் தெளிவற்று இருக்கும். எனவே சொரசொரப்பான மேற்புறத்தை அளவுகோல்கள் கொண்டிருக்க வேண்டும். மஞ்சள், கருப்பு வண்ண அளவுகோல்கள், வெள்ளை கருப்பு அளவுகோல்களை விடச் சிறந்தவை. மஞ்சள், சிகப்பு வண்ணங்களையும் பயன்படுத்தலாம்.

ஆய்வு நிறுவனங்கள் ட்ல நெகிழ்மங்களாலான அளவுகோல்களைத் தயாரித்து விற்பனை செய்கின்றன. இவற்றின் இருமுனைகளிலும் துளையிடப்பட்டிருக்கும் இம்முனைகளில் ஆணிகளைச் செருகித் தரையிலோ, மரப்பகுதியிலோ பொருத்திப் படமெடுக்கலாம். இவையன்றி. அலுமினியம், வெண்கலம், இரும்பு ஆகியவற்றாலான அளவுகோல்களைப் பயன்படுத்தலாம். நீர்மூழ்கிப் படமெடுப்பவர் எப்போதும் ஒரு அளவுகோலைக் கையில் எடுத்துச் செல்லுதல் வேண்டும். தெளிந்த நீரில் ஆழமற்ற பகுதியில் நீர்மூழ்குபவர்கள் 1மீ நீளமுள்ள அளவுகோல்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆடிகள்

பார்வைத் தூரம் மற்றும் ஒளி அளவு நிலத்தைப் போலல்லாமல் நீரினுள் மிகக் குறைவாய் இருக்குமென்பதால் நீரடியில் தெளிவான புகைப்படமெடுக்க ஆடிகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும். பெரும்பாலும் அகலக் கோண ஆடிகளையே புகைப்படக் கருவியில் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். வெவ்வேறு சூழலுக்கு ஏற்றாற்போல் பயன்படுத்தப்படும் ஆடிகள் குறித்த வெளியீடுகள் உள்ளன. அவற்றின் உதவியுடன் ஆடிகளைத் தெரிவு செய்யலாம்.

புகைப்படக் கருவிகள்

புகைப்படக் கருவிகள் அதன் நுட்பத்திற்கேற்றவாறு விலைக்குக் கிடைக்கின்றன. அவற்றின் தேவை, தன்மையறிந்து புகைப்படக் கருவியைப் பெறுவது அவசியம்.

புகைப்படச் சுருள்

ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி வண்ணப்படச் சுருள்கள்

விரிவுரையாற்றவும், பதிவு செய்யவும் பயன்படினும், கருப்பு வெள்ளைப்படங்கள் அளவீட்டுப் பதிவிற்கு முக்கியமாகப் பயன்படுகின்றன. எனவே சூழலுக்கு ஏற்ற புகைப்படச் சுருள்கள் பயன்படுத்த வேண்டும். மேலும் குறுந்துளைத் திறப்பு வேகம் (Shutter Speed) அதிகமுள்ள புகைப்படச் சுருள்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் படங்கள் தெளிவாக இருக்கும்.

நீருக்குள் புகைப்படம் எடுக்கும் நுட்பம்

அ) புகைப்படமெடுக்க நீர்மூழ்குதல் நுட்பம்

நீருக்குள் புகைப்பட மெடுக்க விரிகோண ஆடிகள் ஒளிக்கருவிகள் என்பவை எவ்வளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததோ அவ்வளவிற்கு நீர்மூழ்கு நுட்பமும் முக்கியம் வாய்ந்தது. புகைப்படமெடுக்கும் போது நீர்மூழ்குநர் தரைப்பகுதியில் கால்வைத்தால் வண்டல் மேலெழுந்து தெளிவின்மையை உருவாக்கும். அப்போது தொல்பொருள் தெளிவாகத் தெரியாது. எனவே புகைப்படமெடுக்கக் கீழிறங்கும்போது மேலுந்து விசையைச் சரியாக வைத்திருக்கவும், கால் துடுப்புகளைச் சரியாக அசைக்கவும் அறிந்திருக்கவேண்டும். சில வேளைகளில் புகைப்படமெடுக்கும் போது நீர்மூழ்குநர்கள் தமது துடுப்பைக் கழற்றிவிட வேண்டிவரும்.

புகைப்படங்கள் எடுக்கும்போது நீர் தெளிவின்றி இருக்கக் கூடாது என்பதால் அக்கடல்பகுதி எக்காலத்தில் தெளிவாக இருக்கும் என்பதையறிந்து புகைப்படமெடுத்தல் வேண்டும். பெரும்பாலும் அகழாய்வுப் பணிக்கு முன்னர் காலை வேலைகளில் புகைப்படமெடுத்தல் வேண்டும். இதனால் புகைப்படமெடுப்பதற்கென்றே தனியாக காலத்தை ஒதுக்குதல் அவசியமாகும்.

ஒளி அமைப்பு

நீருக்கடியில் எடுக்கப்படும் புகைப்படத்திற்கான ஒளி அமைப்பு மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. எனவே மிகு ஒளி உமிழ்விளக்கைப் (Flash) பயன்படுத்துவது அவசியமாகிறது. கலங்கிய நீரில் செயற்கை ஒளி அமைப்பைப்

பயன்படுத்தினால் அது மிதக்கும் மாசுகளில் பட்டு தொல்பொருள் தெளிவாக தெரியாமல் போய்விடும். மேலும் தொல் பொருளுக்கு வெகு அருகில் ஒளிஅமைப்பை ஏற்படுத்தாமல் சற்றுத் தொலைவிலிருக்குமாறு அமைத்தல் அவசியம் எனவே இதற்கெனத் தனி ஒளி அமைப்பை அமைத்துக் கொள்வது நல்லது. இவ்வமைப்பில் பணி அனுபவம் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

சோதனைச் சுருள்கள்

புகைப்படங்கள் எடுக்கத் தொடங்குமுன், மாதிரிச் சுருள்களைப் பயன்படுத்திப் புகைப்படப் பண்புகளைக் கண்டறிந்து, அவ்விடத்திற்கேற்ற சுருள்கள், ஒளிஅமைப்பு ஆகியவை பற்றி முடிவு செய்யலாம். இச்சோதனை புகைப்பட முயற்சியில் ஒவ்வொரு புகைப்படத்தையும் எடுத்தவிதம், ஒளி அமைப்பு, சுருளின் பண்பு, புகைப்படக் கருவிக்கும் தொல்பொருளுக்கும் உள்ள தூரம் ஆகியனவற்றை குறித்து வரவேண்டும். இதனால் நல்ல புகைப்படம் அமைய எம்மாதிரியான சூழலைக் கொள்ளவேண்டும் என்பதை அறியலாம்.

நீரினுள் தொல்பொருட்களைத் துடைத்தல்

தொல்பொருளைப் புகைப்படமெடுக்கும்போது அது தெளிவாகத் தெரிய மேற்பகுதியை வண்ணப்பூச்சுத் தூரிகையால் சுத்தம் செய்யவேண்டும்(படம்-105,106). பிற பொருட்களின் மேற்பகுதியை எளிய வகையில் சுத்தம் செய்ய வழிகளுண்டு. சுத்தம் செய்தபின் எடுக்கப்படும் புகைப்படம் தொல்பொருளைத் தெளிவாகக்காட்டும்.

ஒளிச்சுருளை வளப்படுத்தல்

நீர்மூழ்கும் இடத்திலேயே கப்பலில் ஒளிச்சுருள்களை வளப்படுத்தும் வசதி இருத்தல் அவசியம். எனவே நீர்மூழ்கு கப்பலிலேயே ஒரு வளப்படுத்தும் கூடம் அமைத்துக் கொள்வது நல்லது. இது உடனுக்குடன் புகைப்படத் தன்மைகளை அறிய உதவும்.

புகைப்பட ஒட்டுகள் (Photo Mosaics)

நீரின் தெளிவின்மை, பார்வைதூரம் ஆகியன மூழ்கிய பெரிய பொருளின் ஒட்டு மொத்தப் புகைப்படத்தை எடுக்க இயலாமல் செய்கின்றன. எனவே மூழ்கிய கப்பலின் ஒவ்வொரு பகுதியையும் பல கட்டங்களாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு கட்டத்தையும் ஒரு புகைப்படமாக எடுத்து பின்பு அப்புகைப்படங்களை இணைத்தால் பொருளின் மூழு உருவத்தையும் காணமுடியும். இவை ஒட்டுப் புகைப்படங்கள் அல்லது புகைப்பட ஒட்டுகள் எனப்படும்(படம்-107,108).

புகைப்பட ஒட்டுகள் எடுக்கக் கீழ்க்கண்ட கருவிகள் தேவை

1. அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட சதுரச் சட்டங்கள் (கிடைமட்டமாக வைக்கும்படியாக இருத்தல் வேண்டும்).
2. அச்சட்டங்களின் மேல் புகைப்படக்கருவி வைக்குமாறு உள்ள கோபுர அமைப்பு (இது இரும்பு உருளைகளினால் செய்யப்பட்டிருக்கும். இக்கோபுர அமைப்பில் புகைப்படக் கருவி உயரங்களை ஏற்றி இறக்கும் வசதியுடன் இருத்தல் வேண்டும்).

புகைப்பட ஒட்டுகளின் பயன்கள்

1. இப்படங்கள் விரிவுரைக்கும், நிதிதிரட்டவும் பயன்படும்
2. பதிவு செய்தலில் இது இரண்டாவது வகையாகும்.
3. காலமின்மையால் வேகமாக அகழாய்வு செய்ய வேண்டியிருந்தால் இப்புகைப்படம் நன்கு பயன்படும்.

காண்பொளிப் படங்கள் (Video)

பொதுமக்களுக்கு மூழ்கிய கப்பலை நேரடி ஆய்வு செய்ததைப் போன்ற தோற்றத்தை ஏற்படுத்தவும் சில சமயங்களில் அகழாய்வில் விடுபட்டுப்போன அளவீடுகளை அறியவும் காண்பொளிப் படங்கள் மிகவும் பயன்படுகின்றன. தற்காலத்தில் நீருக்குள் பயன்படும் காண்பொளிப் படக்கருவிகளின் செயல்திறன் கூடியும் விலை குறைந்தும் வருகின்றன. இப்படமெடுக்கும் முறையிலும் புகைப்படமெடுக்கும் முறையையே பின்பற்றவேண்டும்.

13. பதிவு செய்தல்

கடலடியில் மூழ்கியுள்ள தொல்பொருட்கள் எதிர்கால ஆய்வுக்குப் பயன்படுமெனில், அவற்றைப் பற்றிய விவரங்கள் தெளிவாகப் பதிவு செய்யப்படவேண்டும். இப்பதிவுகளில் கிடைக்கும் சான்றுகளைக் கொண்டு எதிர்வரும் காலத்தில் ஒவ்வொரு ஆய்வாளருக்கும் தேவையான விவரங்களை அளிக்கக்கூடிய வகையில் பதிவு செய்தல் அவசியமானது.

கடலடியில் மண்ணுள் புதைந்துள்ள, மூழ்கியுள்ள பொருட்களை மிகத்துல்லியமாகவும் முழுமையாகவும் பதிவு செய்ய வேண்டும். மேலும் இப்பதிவுகளின் நெறிமுறைகள் எவ்வாறிருப்பினும் சிறு தகவல்கூட புதிய விளக்கங்களை அளிக்கப் பயன்படும் வகையில் அமைதல் அவசியம். பதிவு செய்யும் காலத்தின் சமுதாய சிந்தனைகளுக்கு ஆட்படாது சார்புநிலையற்று பதிவு செய்தல் வேண்டும். ஏனெனில் மூழ்கிய பொருட்களின் முக்கியத்துவம், அதன் பயன்பாடு, அதன் சூழல் ஆகியன அறியப்படாமல் போவதற்கு இவற்றால் வாய்ப்புகள் அதிகம்.

பதிவு செய்தல் என்பது ஆய்வுத்திட்ட வரைவு தயாரிப்பிலிருந்து தொடங்கப்படவேண்டும். கடலில் மூழ்கியுள்ள பொருட்களைப் பற்றிய பரந்த நோக்கிலான, அனைத்து விவரங்களும் அப்பொழுது திரட்டப்படவேண்டும்

சான்றுகளை எளிதாகக் கையாளவும் அனைத்து வல்லுநர்களுக்கும் எளிதாகப் புரியும்படியும் பதிவுகள் மற்றும்

அவற்றின் சேமிப்பு ஆகியன அமைதல் வேண்டும். இச்சான்றுகளை ஆய்வாளர்கள் குறுக்காய்வு (cross checking) செய்யவும் இவை எளிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

ஆவணங்கள் மாதிரிப் படிவங்கள்

ஒரேமாதிரியான பொருட்கள் பதிவுசெய்யப்பட வேண்டுமெனில், தெளிவாகத் தயாரிக்கப்பட்ட படிவங்களைப் பயன்படுத்தலாம். முடிந்தவரை ஒரு நிலையான முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். பதிவு செய்யப்படும் இடங்கள் புதியனவாக இருந்தால் ஆய்வாளர், புதியமுறைகளைத் தேவைக்கேற்ப கையாளலாம். படிவங்களில் எவ்வித தகவல்களும் விடுபடாமல் இருக்கும்படி அவை தயாரிக்கப்பட வேண்டும். மேலும் அப்படிவங்களைக் கவனமாக நிறைவு செய்யவேண்டும்.

பொருட்களை ஆவணப்படுத்தும் போது முதலில் எவையெவை பதிவுசெய்யப்பட வேண்டும் என்பது பற்றி அறிய வேண்டும். தொல்பொருளின் இடம், மூழ்கிய படகு, கப்பல் போன்றவை பற்றிய தெளிவு இதற்கு அவசியம். எடுத்துக்காட்டாக, மூழ்கிய படகைப் பற்றிய விவரம் மட்டும் பதிவு செய்யப்படுமா? அல்லது சுற்றுப்புறங்களும் பதிவு செய்யப்படவேண்டுமா? என்பதைப் பற்றிய விவரங்களும் அறியப்படவேண்டும். இவ்வாறு பதிவுசெய்யப்பட்ட ஆவணம் அளவீட்டிற்கு மட்டும் பயன்படுத்தப்பட வேண்டுமா? அல்லது அகழாய்விற்கும் பயன்படுத்த இயலுமா? என்பதையும் குறிப்பிடவேண்டும்.

களஆய்வின் போது பொதுவாகக் கீழ்க்கண்ட விவரங்கள் ஆவணப்படுத்தப்பட வேண்டும்.

1. கப்பல் படகு, மூழ்கிய இடம் பற்றிய குறிப்பு, ஆய்வுக்களம் பிற இடங்களில் இருந்து எவ்வளவு தூரம் உள்ளது என்பது பற்றிய குறிப்பு.

2. இடத்தின் புவியியல்சார் விவரங்கள், தொல்லியல் களப்பரப்பு, தொல்பொருள்கள் உருவமைப்பு, வண்டலின் நிறம், அதன் கெட்டித்தன்மை முதலியன.

3 அருகில் உள்ள பிற பொருட்களுக்கும் கப்பலுக்கும் உள்ள தொலைவு மற்றும் தொடர்பு, மரப்பலகை இணைப்புகள் எவ்வாறுள்ளன என்பது போன்றன.
4. தொல்பொருளின் முக்கியத்துவம், அப்பொருளில் மாதிரி எடுத்தலின் காரணம், மாதிரி அகழாய்வின் முறையியல், மாதிரி அகழாய்வின் சூழல், எடுத்த பொருட்களைப் பற்றிய விவரங்கள்.
5. பிற ஆவணங்கள் பற்றிய குறிப்புகள். இடத்தின் வரைபடம், குறுக்குவெட்டுப்படம், நிழற்படங்கள், நீர்மூழ்கிய விவரங்கள், பாதுகாக்கப்பட்ட பொருட்கள், சேமிக்கப்பட்ட பொருட்கள், ஆய்வு முடிவுகள்.
6. பதிவு செய்தவரின் பெயர், ஆய்வு செய்தவர், வல்லுநர்களின் முடிவுகள் முதலியன.
7. விரிவான குறிப்பு, நிழற்படங்கள், வரைபடங்கள் முதலியன.

பதிவு செய்தலில் முடிவெடுத்தல்

எந்த ஒரு சான்றும் கிடைக்கத் தொடங்கியவுடன் பதிவு செய்ய வேண்டும். எந்த ஒரு பொருளுக்கும் உடனடியாக ஏதேனும் ஒரு முறையில் எண்ணிடத் தொடங்கவேண்டும். பதிவு அட்டைகளைத் தொல்பொருள்களுடன் இணைக்க இயலாதபொழுது அதுகுறித்த மேற்புறத்தோற்றப் படத்தை வரையவேண்டும். வண்டல் மண்ணுக்குள் புதைந்த பொருள் சற்று வெளியில் தெரிந்தால் அப்பொருளுக்கு எண்ணிடுவது எளியதாகும். கடலுள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பொருள் கடல் வரைபடத்தில் எங்குள்ளது, எந்தத் திசையில் தொல்பொருள்கள் உள்ளது என்பது குறித்த விளக்கங்களும் மேலும் பிற முக்கிய சான்றுகள் காணப்படின் அவை குறித்த விளக்கங்களும் பதிவு செய்யப்படவேண்டும்.

வரைபடத்தில் தொல்பொருள் இருக்குமிடம் குறித்து பதிவு செய்யவும் குறிக்கவும் தேவைக்குத் தகுந்த முறையைக் கையாளவும் வேண்டும். காணப்படும் பொருள் அளவில் பெரியதாயிருந்தால் வரைபடத்தில் அதன் நீளம், அகலம் ஆகியன குறித்த அளவுகளைத் குறிக்கலாம். சிறிய பொருளாயிருந்தால் அப்பொருளின் நடுப்பகுதியை

வரைபடத்தில் குறித்து எழுதலாம். எம்முறையைக் கையாண்டாலும் அப்பொருள் இருக்குமிடத்தை மீண்டும் ஆய்வு செய்யுமளவிற்கு விவரங்கள் பதிவு செய்யப்படவேண்டும். பல பொருட்கள் காணப்பட்டால் ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் எண்ணிடப்பட்டு, அளவுகள் குறிக்கப்பட்டு, அப்பொருளுக்கும் பிற பொருள்களுக்கும் உள்ள தூரம் பற்றிய விவரமும் குறிக்கப்படவேண்டும். பதிவு செய்யும் நோக்கத்திற்காக மட்டுமே ஒரு பொருள் வெளிக் கொணரப்படக்கூடாது.

மட்பாண்டங்கள், பீரங்கிகள், பிறபொருட்கள் ஆகியவற்றைக் கடலிலேயே பதிவு செய்வது, அப்பொருள்களைக் வெளிக்கொணர்ந்து பதிவு செய்யும் முறையைவிட அதிக அளவிலான குறிப்புகள் கிட்டும். கடலினுள்ளேயே முறையாகப் பதிவு செய்தவை ஓர் ஆய்வு அறிக்கையை வெளிக்கொணரும் அளவிற்குரியதாக இருக்கும். தொல்பொருள் பற்றி ஆய்வு செய்யும் ஒரு குறிப்பிட்ட துறை சார்ந்த வல்லுநர் தேவையான தொல்பொருட்களை வெளிக்கொணர எண்ணினாலும், உடனடியாக அதை வெளிக் கொணரக்கூடாது. ஏனெனில் மற்றொரு கோணத்தில் தொல்பொருள் ஆய்வு செய்ய விரும்பும் பிற வல்லுநர்களுக்கு விவரங்கள் தரவியலாத சூழல் உருவாகும். எனவே தொல்பொருளை வெளிக்கொணரும் போது தேவையான அனைத்துச் சான்றுகளையும் பதிவு செய்வதை நோக்கமாகக் கொள்ளுதல் வேண்டும். வெளிக்கொணரப்படும் பொருள் துண்டுதுண்டாகச் சிதறிய நிலையிலிருந்தாலும், அவற்றைப் பற்றிய விவரங்களைக் களத்திலேயே முடிந்தவரை பதிவு செய்தல் தேவையானது. சரியான அளவுடன் கூடிய வரைபடங்கள், புகைப்படங்கள், காண்பொளிப் படங்கள் ஆகியனவற்றின் மூலமாகப் பதிவு செய்தல் அவசியமானது.

பதிவு செய்யும் பொருள் அதிக எண்ணிக்கையிலிருந்தால் தனித்தனியாக எண்ணிடுவது பெருஞ்செயலாகும். காட்டாக ஆயிரக்கணக்கில் உள்ள இரும்பு குண்டுகள், நூற்றுக்கணக்கில் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாகக் கிடக்கும் மண்சாடிகள். இவற்றைப் பதிவு செய்யும் பதிவுமுறைகள் இடம், பொருள், காலம் ஆகியன பொறுத்து வேறுபடும்.

இவற்றைப்பதிவு செய்யும்போது கீழ்க்கண்ட கருத்துக்களை மனதில் கொள்ள வேண்டும்.

1. பதிவு செய்யத் தேவையான விவரங்களை அறிந்திருக்கவேண்டும். அதற்கான வல்லுநர்களுடன் ஆலோசித்துப் பதிவு செய்தல்வேண்டும்.
2. தொல்பொருளை வெளிக்கொணர, பதிவுசெய்யும் முறையில் அதிகமான விவரங்களைக் குறிக்கவேண்டும் இதற்குச் சக ஊழியர்களுடன் கலந்தாலோசித்தல் வேண்டும்
3. பதிவு செய்வதற்குக் குறிப்பிட்ட ஒரு முறையைத் தேர்ந்தெடுத்ததற்கான காரணத்தை விளக்கவேண்டும். இக்குறிப்பானது இதேபோன்று வரும் தருணங்களில் இதே பதிவு முறையைத் தொடரவோ, மாற்றம் செய்யவோ பயன்படும்.

சூழல் சான்றுகளைப் பதிவு செய்தல்

கட்டடப்பகுதி, தரைப்பகுதி வெட்டியதாகக் காணப்படும்பகுதி, நிலம் மூடியபகுதி, மண்ணடுக்கு எனப் பலவகைச் சுற்றுபுறச் சான்றுகளையும் பதிவு செய்யவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, கப்பலின் அடிப்பகுதி எவ்வாறு உள்ளது என்பதை நல்ல நிலையில் உள்ளது அல்லது வலதுபுறம் உடைந்துள்ளது என்ற விவரங்கள் பதிவுசெய்யப்பட வேண்டும். இதனால் உடைந்த நிலையில் காணப்படும் கப்பலின் அடிப்பகுதி என்ன காரணத்திற்காக உடைந்தது என்பதை அறிய முயற்சிக்கலாம். பீரங்கிக் குண்டுகள், செங்கல் அடுக்குகள் ஆகியனவும் புறச்சான்றுகளாகக் கொள்ளலாம். கடலடியில் கப்பலருகில் மனிதனால் குழிகள் உருவாக்கப்பட்டிருந்தாலும் அவை புறச்சான்றுகளாகக் குறிக்கப்படவேண்டும். இது கடந்த காலத்தில் மனிதர்கள் இக்கப்பலிலிருந்த பொருட்களை வெளிக்கொணர முயற்சித்ததைக் காட்டும். புதைந்துள்ள கப்பலின் ஒவ்வொரு பகுதியும், அதன் மண்ணடுக்குகளின் மாற்றங்களும் சான்றுகள் தரவல்லன.

பதிவுசெய்தல் மண்ணடுக்கின் நிறம், தன்மை,

மண்துகளின் அளவு, பிணைப்பொருட்கள், முக்கியப் பொருட்கள், வண்டலின் தோற்றம், உருவ அமைப்பு, அளவு, கிடைக்குமிடம் ஆகியன குறித்து விளக்குமாறு அமைதல் வேண்டும். துளையிட்டுச் செல்லும் கடல்வாழ் உயிரினங்களால் ஏற்பட்ட மாற்றங்களைப் பதிவுசெய்தலும் அவசியமானது. இவை மண்ணடுக்குகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் குழப்பவல்லன.

அடுக்குகளைப் பதிவு செய்தல்

அடுக்குகளைப் பதிவு செய்தல் என்பது பதிவு செய்தலில் மிக முக்கியமான கட்டமாகும். அடுக்குகள் பதிவுசெய்யப்படும்போது மேலடுக்கிலிருந்து அகழாய்வில் கிடைக்கும் பொருட்களையும் அவை மண்ணடுக்கில் எந்த நிலையில் (உயரம்) கிடைத்தது எனவும் தெளிவாகக் குறித்தல் அவசியம். கப்பல் மூழ்கிய பின்னர் ஏற்பட்ட மாற்றங்கள் (அலைகளால் சிதறுண்டு போதல், மண் வண்டல்கள் படிதல், முன்னர் நீர்மூழ்குநரால் தோண்ட முயற்சித்து கைவிடப்பட்ட பகுதிகள் ஆகியன) பற்றிய குறிப்புகள் தெளிவாகப் பதியப்படவேண்டும். இவ்வடுக்கு முறைப்பதிவில் ஹேரிஸ் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட அடுக்குமுறையைப் (Harris Matrix) பயன்படுத்துவது நல்லது. அடுக்குகளை உடனுக்குடன் வரைபடங்களில் குறித்தல் வேண்டும். இவ்வடுக்குகள் பிற தொல்பொருள் உருவ இடப்பதிவுகளுடன் குறுக்காய்வு செய்யும் வகையில் இருத்தல் வேண்டும்.

சுற்றுச்சூழலைப் பதிவு செய்தல்

கடலில் மூழ்கியுள்ள தொல்லியல் சான்றுகளின் பதிவுகளில் சுற்றுப்புறச் சூழல் பற்றிய பதிவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. எடுத்துக்காட்டாக, அங்கு காணப்படும் தரையின் அமைப்பு, கடல் அலைகளால் ஏதேனும் மாற்றம் ஏற்படும் பகுதி அல்லது மிக ஆழமான பகுதி பற்றிய குறிப்பு, அப்பகுதியில் கப்பல்களின் அடிப்பகுதியில் சேதம் ஏற்படுத்தும் உயர்ந்த பாறைகள், பவளப் பாறைகள் பற்றிய குறிப்புகள் போன்றனவற்றைக் கூறலாம். இப்பதிவுகள் கப்பல் பகுதிகள் எவ்வாறு உடைந்திருக்கும் அவை மூழ்கிய காரணமென்ன என்பது பற்றி அறியும் வாய்ப்பை அளிக்கும். அங்குள்ள

மண்ணின் தன்மை கப்பல் பாகங்களை அரிக்கக்கூடியதா, காக்கக் கூடியதா என்ற விவரத்தையும் பதிவு செய்தல் வேண்டும்.

மண் மாதிரிகளைப் பதிவு செய்தல்

சுற்றுபுறச் சூழலைப் பதிவு செய்யும்போது மண் மாதிரிகளை ஆய்வு செய்வது அவசியமானதாகும். சூழ்நிலைக்குக் கேடுவிளைவிக்காத வகையில் மண்மாதிரிகள் எடுக்கப்பட்டபின் ஆய்வு செய்யும் வரை அவற்றில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படாமல் காக்க வேண்டும். மண்மாதிரி எடுத்த முறையையும் தெளிவாகக் குறிப்பிட வேண்டும். எந்த அளவிற்கு ஆய்வு மாதிரி மூலப்பொருளிலிருந்து எடுக்கப்பட்டதென்பது பற்றியும் குறிக்கவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, சுமார் 2 கிலோ எடையுள்ள மூலப்பொருளில் 200 கிராம் எடுக்கப்பட்டது) என்ற விவரமும் இதன் பின்னர் அம்மாதிரிகளின் ஆய்வுக் காலம் வரை எத்தனை நாட்கள் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருந்தது என்ற விவரமும் குறித்தல் வேண்டும்.

தொல்பொருட்களைப் பதிவு செய்தல்

தொல்பொருட்களைப் பற்றி அனைத்து விவரங்களும் பதிவு செய்யப்படவேண்டும் ஒரு விலங்கின் எலும்பு கடலில் கிடைத்த பழைய காசுகளுக்கு இணையான அல்லது அதிகமான சான்றுகளைத் தரலாம். எனவே அவ்விடத்தில் காணப்பெறும் அனைத்து பொருட்களையும் பதிவு செய்தல் வேண்டும்.

மரத்துண்டுகளைப் பதிவு செய்தல்

பிற தொல்பொருட்களைவிட மரத்துண்டுகளைப் பற்றிய ஆய்வு முறைகள் பற்றிய செய்திகள் மிகவும் குறைவு மூழ்கிய கப்பலின் பகுதிகளான மரத்துண்டுகளைக் கீழ்வரும் முறையில் பதிவு செய்யலாம்.

அ. முக்கிய தேவைகள்

ஆரம்ப காலங்களில் கப்பல் மேடைகள், கப்பல்துறைகள், பாதைகள், பாலங்கள், மரவேலிகள், மூழ்கிய

கப்பல், படகு, ஆகியவற்றில் கிடைத்த மரத்துண்டுகள் தொல்லியலாளரின் மனநிலைக்கேற்ப பதிவு செய்யப்பட்டன. ஆனால் தற்பொழுது அதற்குச் சிறந்த நெறிமுறை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இம்முறை ஆய்வுக் களத்திலிருந்து வெளியில் எடுக்கப்பட்ட மரத்துண்டுகள் எவ்வாறு பதிவு செய்யப்படவேண்டும் என்பது பற்றிய நெறிமுறைகளைத் தருகிறது.

கடலில் கண்டெடுக்கப்படும் மரத்துண்டுகள் பெரும்பாலும் நொறுங்கும் தன்மையுடையனவாயும் மிருதுவானவையாகவும் காணப்படுகின்றன. அகழாய்வுக் கருவிகளை முறையற்றுப் பயன்படுத்தப்படும்போது அவை சிதிலமடைகின்றன. அவ்வாறு ஏற்படுத்தப்படும் காயங்களை முறையாகப் பதிவு செய்யவேண்டும். மரத்துண்டுகளில் காயமேற்படாமல் தவிர்க்க முடிந்தவரை பொருத்தமான கருவிகளைப் பயன்படுத்தி மரத்துண்டுகளை கவனமாக வெளிக்கொணர வேண்டும். முடிந்தவரை மரத்துண்டுகளைச் சுத்தம் செய்யாமல் ஆய்வுக்கூடத்திற்கு அனுப்பவேண்டும். மேலும் அத்துண்டுகள் நீர்வற்றிக் காய்ந்து போகுமுன் பதிவுசெய்தல் மிகவும் அவசியமானதாகும்.

மரத்துண்டுகள் கண்டெடுக்கப்பட்ட இடம், நீள் அச்சின் திசை, தரையிலிருந்து அது உள்ள சாய்வுக்கோணம் போன்றவற்றைத் துல்லியமாகப் பதிவு செய்தல் வேண்டும்.

ஆ. பதிவு செய்தலில் தேவையான அளவிடுகளும், மரத்துண்டின் நிலைகுறித்து நோக்குதலும்

1. தோற்றம்

1. மரத்துண்டுகளின் அளவு மற்றும் நீள அகலங்கள் பற்றிய விவரம் எங்கேனும் விரிசல்கள் உள்ளதா, உடைந்துள்ளதா, அவ்வாறாயின் எத்தனை துண்டுகளாக உள்ளன?
2. ஆய்வுக்கருவிகளால் ஏற்பட்ட காயங்கள் மரத்துண்டின் மேற்பகுதியில் வர்ணப்பூச்சோ அல்லது வேறு ஏதேனும் பூச்சு உள்ளதா? தச்சரின் வேலைப்பாட்டுத் தடயக் குறிகள் உள்ளனவா?

3. மேற்பகுதியின் நிலை, மிகநல்லநிலை, நல்லநிலை, சுமாராக தேய்ந்தநிலை, தேய்ந்தநிலை, மிகவும் தேய்ந்தநிலை (இது அம்மரத்துண்டின் பயன்பாட்டைப் பற்றிய தரவுகளைத் தருவதாக அமையும்) ஆகியவற்றுள் எந்த நிலையில் உள்ளது?
4. மரத்துண்டின் உட்புறத் தோற்றம், ஆணித்துளைகள், அதன் ஆழம், விட்டம் போன்றன (இது அம்மரத்துண்டை பாதுகாக்க உதவும்) எந்நிலையில் உள்ளன?

2. மரத்துண்டின் பயன்பாடு பற்றிய குறிப்புகள்

1. இம் மரத்துண்டு எதற்காக பயன்படுத்தப்பட்டது.
2. கப்பல் கட்டுமானத்தில் எப்பகுதியில் இது பயன்படுத்தப்பட்டது? (1.கூரை, 2.பக்கப் பலகை, 3.தரைப்பலகை, 4.இணைப்புப் பலகை போன்றவை)
3. மரத்துண்டு பிற பாகங்களுடன் எவ்வாறு இணைக்கப் பட்டுள்ளது? இணைப்புமுறை ஆணிகளின் தன்மை எவ்வாறுள்ளது? (மர, இரும்பு ஆணிகள் போன்றவை).
4. மரத்துண்டு முதன்முறை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளதா அல்லது திரும்பப் பயன்படுத்தபட்டுள்ளதா?

3. மரத்துண்டின் இயல்பு

1. எந்தவகை மரத்தை சார்ந்தது எனத் தேர்ந்த தாவரவியல் வல்லுநர் கொண்டு அறியப்படவேண்டும்.
2. மரத்துண்டின் தோற்றம் (கணுக்கள், மரத்தின் வளைவு வளர்ச்சி போன்றன) பற்றிக் குறிக்கப்படவேண்டும்

4. மரத்துண்டு செய்யும் தொழில்நுட்பம்

1. மரம் எவ்வாறு வெட்டப்பட்டது? (சாய்த்து வெட்டப் பட்டதா? குறுக்காக வெட்டப்பட்டதா? எவ்வாறு அறுக்கப்பட்டது? மரவளையத்தின் கோணம் என்ன?
2. மரத்துண்டின் மேற்பக்கங்கள் எவ்வாறு அணி செய்யப்பட்டது?
3. கட்டுமான திறன் எவ்வாறானது ?
4 `மரவேலையில் உருவாகும் கழிவுகளின் பகுதி ஏதேனும் கிட்டியதா? என்பது குறித்த விளக்கம்.

ஈர மரத்துண்டு

மேற்கண்ட குறிப்புகளில் பெரும்பாலானவை, மரத்துண்டு ஈரமாயிருக்கும்போது தெளிவாகப் பதிவு செய்ய இயலும். இப்பதிவுகள் மட்டுமன்றி தேவையான புகைப்படங்களும் வரைபடங்களும் தயாரிக்க வேண்டும். வரைபடத்தில் மரத்துண்டில் காயங்கள், உடைந்த பகுதிகள், தற்போது ஏற்பட்டதா? அல்லது பழமையானதா? என்பவை தெளிவாகக் குறிக்கப்பட வேண்டும்.

நீரில் ஊறிய மரத்துண்டை ஆய்வுசெய்தல் (நோக்குதல்)

1. மரத்துண்டு எந்த வகை மரத்திலிருந்து வெட்டப்பட்டது என்பதை குறிக்கவேண்டும். கப்பலின் ஒவ்வொரு மரப்பொருளுக்கும் மாதிரித்துண்டுகள் வெட்டியெடுக்கப் பட்டு ஆய்வு செய்யப்படவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, பக்கப்பலகை, கப்பலின் அடிப்பகுதி, பாய்மரத்துளை போன்றவற்றில் ஒவ்வொன்றிலும் மாதிரித் துண்டுகள் எடுக்கப்படவேண்டும். மரத்தின் தற்போதைய தன்மை குறித்தும் பதிவு செய்யப்படவேண்டும். பலகைகளின் தோற்றம், குறுக்குக் கழிகளின் தோற்றம், அவை கணுக்களுடன் இருந்தனவா போன்ற குறிப்புகள், அக்கப்பல் எந்த வகையான மரத்தினால் கட்டப்பட்டுள்ளது என்பது பற்றிய செய்திகள் இப்பதிவினால் கிடைக்கும்.
2. மூலப்பொருட்களில் எவ்வகைத் தொழில்நுட்பம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது என்ற விவரம். இவை அக்காலத் தொழில்நுட்பம் குறித்த செய்திகளைத் தரவல்லன.
3. கருவிகளால் ஏற்பட்ட குறிகள், அவற்றைப் பற்றி தெளிவான வரைபடங்கள், நிழற்படங்கள் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கவேண்டும்.
4. அப்பொருளின் வார்ப்பு மாதிரிகளைச் செய்வது மிகவும் முக்கியமானது.
5. கப்பலின் பாகங்களில் கட்டும் பணியின் வரிசையைக் குறிப்பிடவேண்டும், சில படகுகளில் பக்கப்பலகை முதலில் வைக்கப்பட்டு குறுக்குக் கழிகள் பின்னர்

வைக்கப்படும், சில படகுகளில் குறுக்குக் கழிகள் முதலில் வைக்கப்பட்டுப் பின்னர் பலகைகள் அடிக்கப்படும் இது போன்ற குறிப்புகள் பதிவு செய்யவேண்டும்.

6. மரப்பலகைகள் எம்முறையில் அறுக்கப்பட்டன என்பது பற்றிய பதிவு.

7. இணைப்புப் பகுதியில் உள்ள மரத்துண்டுகளின் தோற்றம் பற்றிய பதிவு.

8. மேற்பூச்சு பற்றிய விவரம், மேற்கொள்ளப்பட்ட சிகிச்சைகள் ஆகியன பற்றிய குறிப்புகள்.

9. புதிய விரிசல்கள் குறித்த பதிவுகள்.

10. தேய்மானம் மீண்டும் உருவானதா? என்பது குறித்த விவரம்.

11. எவ்வாறு சோதனை மாதிரித்துண்டு எடுக்கப்பட்டது என்ற விவரம், மரவளையத் தோற்றம், வளர்ச்சி முதலியன.

12. புகைப்படங்கள் ஒவ்வொரு சான்றினையும் பதிவு செய்யும்படி அமைதல் வேண்டும்.

மரக் கலங்களை ஆய்வுக்காகப் பிரித்தெடுத்தல்

ஆய்விற்காக வெளிக்கொணரப்படும் மரக்கலங்கள், பிரித்தெடுக்கப்படும் போது, அவை தெளிவாகப் பதிவுசெய்யப்பட வேண்டும், அறிவியல் நெறிமுறையில் அவை வெளிக் கொணரப்பட வேண்டும். கப்பலின் அடிப்பாகத்திற்குக் கீழும் பிற மரத்துண்டுகள் காணப்படலாம். வெளிக்கொணரப் படும் போது செய்யப்படும் பதிவுகள் கப்பலின் உருவ அமைப்பைப் பற்றிய செய்திகளை மட்டுமே தருவதாக அல்லாமல், அவற்றின் அடுக்குகளைப் பற்றிய செய்திகளையும் தருவனவாக அமைதல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, மரத்துண்டு எந்த ஆழத்தில் கண்டெடுக்கப்பட்டது, மண்ணில் எந்த அளவு புதைந்துள்ளது என்பது குறித்த தரவுகள், கப்பல் எவ்வாறு கடலில் மூழ்கியது எந்தக் காலத்தில் மூழ்கியிருக்கும் என்ற சான்றுகளைத் தரவல்லது. மேலும் கப்பல் கட்டிய தொழில் நுட்ப முறையைப் பற்றிய செய்திகளும் இதன்மூலம் கிடைக்கும்.

மரப் பகுதிகளை பிரித்தெடுத்தலுக்கான காரணங்கள்

1. மரங்களை வெளிக்கொணர்தல் மிகவும் முக்கியமானது. ஏனெனில் காலப்போக்கில் அவை அழிந்துபோக வாய்ப்புள்ளது.
2. மரங்களை அகழாய்வு செய்து திரும்பக் கட்டும் தொழில் நுட்பம், அறிவியல் நுட்பமும் தற்போது உள்ளமை.
3. திரும்பக் கட்டப்பட்ட மரக்கலத்தை பாதுகாக்கச் சிறந்த வல்லுநர்கள் உள்ளமை.

இதுபோன்ற காரணங்களின்றி மரக்கப்பலை மேலெடுப்பது கடல்சார் தொல்லியலின் நெறிமுறையல்ல.

மரக்கலங்களைப் பிரித்து வெளிக்கொணரப்படும் முன்பு அதன் அனைத்துப் பாகங்களையும் தெளிவாகப் பதிவு செய்தல் வேண்டும். சிலவேளையில் மூன்று முறை அளவீடு செய்து பதிவு செய்தல் வேண்டும். கப்பலின் மேலடுக்குப் பலகைகளைப் பிரிப்பதற்கு முன்பு ஒரு முறையும், பட்குக் குறுக்குக் கழிகளைக் கழற்றுவற்கு முன்பு ஒரு முறையும், பக்கப் பலகைகளை பிரிக்கும் முன்பாக ஒரு முறையும் மொத்தம் மூன்று முறைகளில் பதிவு செய்தல் வேண்டும். தொல்லியலாளரது விழிப்புணர்வு, பொறுமை, பதிவு செய்தலில் நேர்மை முதலியன, கப்பல் பாகங்களை வெளிக்கொணரத் தேவையான முக்கிய குணங்களாகும்.

பீரங்கிகளைப் பதிவு செய்தல்

பிற தொல்பொருட்களைப் பதிவு செய்வதைப் போன்றே கடலில் மூழ்கிய பீரங்கிகளையும் பதிவு செய்தல் வேண்டும். கள எண், தொல்பொருள் எண், கிடைத்த இடம், அதிலிருந்த பொருட்கள் போன்றவற்றை குறித்தல்வேண்டும். இதுமட்டுமல்லாது கீழ்க்கண்ட பதிவுகளையும் தருதல் வேண்டும்.

1. பீரங்கியின் திசை, சாய்வுக் கோணம், தலைப்பகுதி எங்குள்ளது போன்ற விவரங்கள்
2. நீளம்
3. அதன் அதிகபட்ச வெளிவிட்டம்
4. உள்விட்டம்
5. குண்டுக் குழாயின் விட்டம்

6. வெளியில் காணப்படும் தோற்றம், வளையங்கள், கொக்கிகள் போன்ற விவரங்கள்
7. வெளிப்புறத்தில் காணப்படும் படங்கள், எழுத்துக்கள் குறியீடுகள்
8. பீரங்கியின் கீழ்த்தட்டு
9. புகைப்படம், வரைபடம் தயாரித்தல்

தொல்பொருள் பாதுகாத்தல் குறித்த பதிவு

தொல்பொருள் வெளிக்கொணரப்பட்டது முதல் பாதுகாத்தலுக்கான நடவடிக்கை தொடங்கப்படும் வரை கண்டெடுக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு பொருளையும் பற்றிய குறிப்புகள் தெளிவாக பதிவு செய்யப்படவேண்டும். வல்லுநர்கள் பாதுகாத்தலுக்கான செயல்களைத் தொடங்குமுன் இப்பதிவுகள் முக்கியமாகத் தேவைப்படுவனவாகும். கடலிலிருந்து வெளிக்கொணர்ந்த பின் தொல்பொருட்கள், ஆய்வு மற்றும் பாதுகாத்தலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும் போது பின்பற்ற வேண்டிய நெறிமுறைகள் பற்றிய போதிய தெளிவு தேவையானது.

பாதுகாத்தலுக்கான நடவடிக்கை தொடங்குமுன் அப்பொருளின் தொல்பொருள் எண், அளவுகோல் ஆகியவை குறித்த அட்டையுடன் நிழற்படம் எடுத்தல் வேண்டும். பாதுகாத்தலில் செய்யப்பெறும் ஒவ்வொரு செயலையும் அதனுள் மேல் அளிக்கப்படும் வேதியியல் பொருள், தன்மை, அளவு ஆகியனவற்றைப் பற்றிய குறிப்புகளும் பதிவு செய்யப்படவேண்டும் சில காலத்திற்குப் பிறகு அப்பொருள் மீண்டும் பாதுகாத்தலுக்கு உட்படுத்தப்படலாம். எனவே இதுவரை பாதுகாத்தலுக்காக இடப்பட்ட வேதியியல் பொருட்கள், ஒட்டுப் பொருட்கள் போன்றவற்றைப் பற்றிய பதிவுகள் கண்டிப்பாகத் தேவைப்படும்.

அகழாய்வு வரைபட அளவிட்டுப் பதிவுகள்

தொல்பொருட்கள் கடலிலிருந்து எடுக்கப்படும் போது நிகழ்த்தப்பெறும் அளவீடுகள் மிகத் தெளிவாக பதியப்பெறல் வேண்டும்.

1. அளவிடுதலின் வகைகள், நீளம், தூரம். எடுத்துக்காட்டாக சாய்வுக்கோணம், கடல்ஆழம், உயரம், வடக்கு திசையிலிருந்து நீள்அச்சின் கோணம் போன்றவை.
2. அளவிடுதலுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட சான்று.
3. பயன்படுத்தப்பட்ட அளவைமுறை, மீட்டர் சென்டிமீட்டர் அல்லது அடி, அங்குலம் என்ற விவரம்.
4. அளவீட்டின் நம்பகத்தன்மை குறித்த பதிவு (எந்த அளவிற்குத் துல்லியமாகக் கணக்கிடப்பட்டது என்ற விவரம்).
5. அளவீட்டுப் பதிவில் குறுக்களவீட்டுச் சான்றுகள், நீரில் மூழ்குபவரின் பதிவேடு, கடலில் வரைபடப் பலகையில் குறிக்கப்பட்ட படம், நீர்மூழ்கும்போது மேலிருக்கும் கண்காணிப்பாளரின் கையேடு போன்றனவற்றைப் பற்றிய குறிப்பு.
6. அளவீட்டைப் பற்றிய சுருக்கக் குறிப்பு (காட்டாக, எத்தனை அளவீடுகள் செய்யப்பட்டன. அவற்றின் எண்கள், அளவீட்டு வகை ஆகியன பற்றியது).

வரைபடப் பதிவுகள்

அளவீடு செய்த பின் வரையப்படும் மேற்புறத் தோற்றம், குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் போன்ற வரைபடங்களில் அனைத்துக் குறிப்புகளும் பதிவு செய்யப்படவேண்டும். பதிவேடுகளில் உள்ள வரைபடத்தில் கீழ்க்கண்ட குறிப்புகள் தரப்படவேண்டும்.

1. அடையாள எண் அகழாய்விடம்
2. வரைபடத் தன்மை
3. வ்ரைபட எண்
4. வரைபடத்தைப் பதிவு செய்தோர்
5. படம் வரைவோர்
6. நாள்
7. அளவுகோல் (மடங்கு)
8. இடம்
9. திசைப்படம், குறுக்குவெட்டுப்படத்தின் தளம் ஆகியன

நிழற்படங்களைப் பதிவு செய்தல்

அகழாய்வில் எடுக்கப்படும் ஒவ்வொரு நிழற்படத்திற்கும் வரிசை எண்ணிட்டுப் பதிவேட்டில் குறிக்க வேண்டும். நிழற்படமெடுப்பவர் எக்காரணத்திற்காக அப்படத்தை எடுத்தார் என்பது சில நாட்கள் கழித்து தெரியாமல் போக வாய்ப்புக்கள் உள்ளன. எனவே படமெடுக்கும்போதே அதைப்பற்றிய குறிப்புகளைக் குறிப்புப் பலகையில் குறித்து மேலே வந்தபின் உடனடியாக அதைப் பதிவேட்டில் எழுதவேண்டும். புகைப்பட நகல்கள் வந்தபின் அவற்றைச் சரிபார்த்துத் திருத்தம் இருப்பின் அதனைச் சரி செய்யவேண்டும்.

தொடரொளிப் படங்களும் இம்முறையிலேயே பதிவு செய்தல் வேண்டும். குறிப்பாக மரத்துண்டுகளின் தோற்றங்கள் ஒன்றைப்போல் மற்றொன்றும் அமைந்து ஆய்வாளரால் எளிதில் இனங்காண முடியாமல் போகும். எனவே இதன் தொடர்குறித்த விவரங்கள் தெளிவாகப் பதிவு செய்யப்பட வேண்டும். இப்படங்கள் தொகுக்கப்பட்டால் ஒரு விவரம் படச்சுருளில் எவ்விடத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டது என்பது பற்றிய குறிப்பும் பதியப்படவேண்டும்.

நீர்மூழ்கு பதிவுகள்

ஒவ்வொரு முறை நீர்மூழ்குதல் நடைபெறும்போதும் அது குறித்த பதிவுகள் அகழாய்வில் முதன்மையானதாகிறது. இது பின்னர் செய்யப்பெறும் ஆய்விற்குப் பயனுள்ளதாக இருக்கும். ஒவ்வொரு நீர்மூழ்குச் செயலுக்கும் கீழ்க்கண்ட குறைந்தபட்ச விவரங்கள் அடங்கியிருத்தல் வேண்டும்.

1. நீர்மூழ்குநர் (பெயர், கருவி எண்)
2. நீர்மூழ்கு முறை (காலம், ஆழம், தேவையான அமுக்கநீக்க நேரம்)
3. கடல்நீரின் தன்மை (தெளிவு, நீரோட்டம் குறித்து)
4. திட்டமிடப்பட்ட செயல் (செயல்வகை, பயன்படுத்திய கருவி)
5. முடிவுகள் (அளவீடுகள், ஆய்வுகள், படங்கள், குறுக்குச் சான்றுகள்)

பதிவு செய்தலைக் கட்டமைத்தல்

பதிவு செய்தலில் ஒரு முறையைப் பின்பற்றி அனைத்து விவரங்களையும் பதிவு செய்வதைவிட ஒவ்வொரு சூழலுக்கும் ஏற்ப எளிமையான சற்று மாறுபட்ட முறையைக் கையாள்வதால் தேவையான விவரங்களை எளிதாகப் புரிந்து கொள்ள இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, சூழலமைவு குறித்த பதிவு தொல்பொருள் குறித்த பதிவு, ஆய்வு மாதிரிகள் குறித்த பதிவு, மரங்கள் குறித்த பதிவு, மனித எலும்புக்கூடுகள் குறித்த பதிவு போன்றவற்றை வெவ்வேறு பிரிவாகக் கொள்ளலாம். இப்பதிவுகளே தொல்லியலில் ஒரு விளிம்பெல்லையாக அமையும்

இம்முறையையே நிர்வாகப் பதிவுகளாலான வரைபடங்கள், நிழற்படங்கள், அளவீட்டுப் பதிவுகள் ஆகியவற்றின் பயன்படுத்தலாம். இப்பதிவுகளின் வகைகளை ஆய்வுக்கு தீங்கு நேரா வண்ணம் அதிகப்படுத்தலாம். இவற்றைக் கூறுகளாகப் பிரித்துப் படிவங்களைத் தயாரிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரே உருவம் கொண்ட கல் நங்கூரங்களைப் பதிவு செய்யும் போது கட்டமைக்கப்பட்ட படிவங்களில் பதிவு செய்யலாம். இதுமட்டுமன்றிப் பிற கோர்வையற்ற விவரங்களையும் பதிவு செய்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக காற்றமுக்கி இயந்திரம் பணிசெய்யாமல் போனது, ஆய்வாளர்களின் இடர்ப்பாடுகள், மனதில் தோன்றிய ஆய்வுகுறித்த சிறு எண்ணங்கள் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

மேலும் கட்டுக்கோப்பில்லாத விவரணைப் படங்கள், சிறுகுறிப்புகள் ஆகியனவற்றை பதிவு செய்து பாதுகாக்க வேண்டும். இப்பதிவேடுகளில் தள வரைபடங்கள், குறுக்குவெட்டுப் படங்கள் போன்றவைகளில் குறிப்புத்தரும் வகையில் வரைபடத் தாள்களில் இடமிருக்குமாறு அமைத்தல் வேண்டும்.

புழைய பதிவு முறையைப் பயன்படுத்தல்

கடலகழாய்வில் புதிய ஒரு பதிவு முறையை ஏற்படுத்தும் முன்னர் பிறகடலகழாய்வில் ஏற்கெனவே

பயன்படுத்தப்பட்ட பதிவு முறையை அறிந்து புதிய முறையை உருவாக்கலாம். அச்சமயத்தில் பதிவுசெய்த நெறிமுறையில் ஏற்பட்ட இடர்ப்பாடுகளை எவையென்று அறிந்து அவற்றைக் களைந்து செயல்படுத்த இம்முறை வழிவகுக்கும். ஆயினும் பதிவு நெறிமுறைகளில் ஒரே சூழல் கொண்ட அகழாய்வுகளுக்கே இம் முறையைப் பயன்படுத்த இயலும். ஆய்விற்காக எடுத்துக்கொண்ட பகுதி வேறுபடின் பழைய ஆய்வுப் பதிவு முறையில் உள்ள ஒத்த கூறுகளை மட்டும் ஏற்றுக் கொள்வது நல்லது.

விளக்கமளித்தல், தரவுகள் பதிவு செய்தல், கண்காணித்தல்

1. பதிவு செய்தல் எந்த அளவிற்கு நுண்மையாக உள்ளதோ அந்த அளவிற்கு அவை விளக்கங்களை அளிப்பதாக அமையும்.
2. பதிவு செய்யும் அறிஞர் தனக்குத் தேவையான விவரங்களை மட்டும் குறிக்காமல் நீண்டகாலத்திற்குப் பின்னர் பிறருக்கும் பயன்படும் வகையில் பதிவு செய்யவேண்டும்.
3. பதிவுகளில் முடிந்தவரை குழப்பத்தை ஏற்படுத்தும் சொற்களைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக கப்பல், படகின் உறுப்புகளுக்கு புதிய பெயர் அளிக்காமல் பொதுவாக வழங்கப்படுகிற பெயர்களில் பதிவு செய்யவேண்டும்.
4. பதிவுகள் முழுமையாகவும் நம்பகத்தன்மையுடனும் இருக்கவேண்டும். தவறுகள், குழப்பமான பதிவுகள் முதலியன ஏற்படாவண்ணம் மற்றொருவரால் பதிவுகள் சரிபார்க்கப்பட வேண்டும்.

கலந்தாலோசித்தல்

இப்பதிவுக் கூறுகளின் தேவைகுறித்து அதைப் பயன்படுத்தும் நிறுவனங்களிடம் கேட்டறியவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, தொல்பொருள் கடலிலிருந்து வெளிக்கொணரப்படும் போது பதிவு செய்யத் தேவையான விவரங்களை, அதை ஆய்வு செய்யும் நிறுவனம், பாதுகாத்து

பேணும் அருங்காட்சியகம் ஆகியவற்றுடன் கலந்தாலோசித்து தேவையான விவரங்களை அறிந்து பதிவு செய்யலாம்.

சான்றுகளை மீளாய்வு செய்தல்

எம்முறையில் பதிவு செய்யப்பட்டாலும், ஓர் ஆய்வாளர் அச்சான்றுகளை மீள் ஆய்வு செய்யும் வசதி செய்யப்படவேண்டும். எனவே தொல்பொருட்களுக்கு நிரந்தர எண்ணிட்டு பராமரித்தல் அவசியமானதாகும்.

எண்ணிடும் முறை

ஒவ்வொரு தொல்பொருளின் பதிவும் திரும்ப எளிதாக நோக்கும் வகையில் அதற்கு பெயரிடப்பட்டு பதிவு செய்தல் வேண்டும். பதிவட்டையில் ஆய்வுக்களம், சூழல் முறைமை, சான்றின் எண் ஆகியன குறித்தல் வேண்டும். எண்ணிடும் முறை ஒருவரின் சொந்த விருப்பத்தைப் பொறுத்தது. எனினும் எண்ணிடும் முன் அதைப் பயன்படுத்துவோரிடம் கலந்தாலோசித்து முடிவெடுக்கலாம். எண்ணிடுதல் தனித்தன்மை நிறைந்ததாகவும், குழப்பம் விளைவிக்காததாகவும் பொருள் பொதிந்ததாகவும் இருக்கும்படி அமைதல் அவசியமானது.

இவ்வெண்கள் அட்டைகளில் அச்சிடப்பட்டு இருத்தல் வேண்டும். பொருளுக்கு எண்ணிட்டபின் அப்பொருள் பிற பதிவுகளின்போதும் அவ்வெண்ணிலேயே குறிப்பிடப்பட வேண்டும்..

இதேபோன்று வரைபடங்களும் தெளிவாக எண்ணிடப் படவேண்டும்.

கட்டுதல் மற்றும் அட்டையிடுதல்

எண்ணிட்ட அட்டையின் இணைப்பு உறுதியாக இருத்தல் வேண்டும். அது இடமாறும் பொழுது ஊறுநேரா வண்ணம் அமைதல் வேண்டும். பாலிதீன்-ஸ்பன் கலந்த அட்டையில் நீரில் அழியாப் பேனா கொண்டு எழுதினால் நீண்டகாலத்திற்கு அது அழியாமல் இருக்கும். அட்டைகளைச் செயற்கையிழை நூலால் தொல்பொருளுடன் இணைக்கலாம்

அல்லது செயற்கையிழை வலை நூல் பைகளில் அடைக்கலாம். எண்ணிடப்படும் தொல் பொருள் மிகப்பெரிய மரத்துண்டாய் இருந்தால் செம்பு ஆணி, கால்வனைசிங் செய்யப்பட்ட ஆணியுடன் மரத்தில் இணைக்கலாம்.

மாதிரிகளும், பிறபொருட்களும் இரட்டைப்பைகளில் அடைக்கப்பட்டால் மாதிரிப்பைகளுக்கு இடையே ஒரு எண்ணட்டையும், வெளியே ஒரு அட்டையும் பொருத்தப்படவேண்டும். ஒவ்வொரு அட்டையிலும் கள எண், சூழல் முறைமை மற்றும் தொல்பொருள் எண் ஆகியன குறிக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

எண்ணிட்டு அட்டையிடுதலை தொல்பொருள் வெளிக்கொணரப்பட்ட உடனேயே செய்தால் குழப்பங்களையும், சந்தேகங்களையும் தவிர்க்கலாம். தொல்பொருட்கள் ஒரே இடத்தில் வைக்கப்படாமல் பல இடங்களுக்குச் சிலகாரணங்களால் மாற்றபடுவது தவிர்க்க இயலாது. இவ்வாறு நிகழும் போது முடிந்தால் தொல்பொருளிலேயே எண்ணிட்டு வைக்கலாம்.

மட்பாண்டங்களில் எண்குறித்தல்

மட்பாண்டங்களில் எண்ணைக்குறிக்கும்போது இடப்படும் எண் அழகாகவும், படிக்க எளிதாகவும், சரியாகவும், முடிந்த வரை சிறியதாகவும் எழுதவேண்டும். இதற்குக் கீழ்க்கண்ட விதிமுறைகளைப் பின்பற்றவேண்டும்.

1. மீளுருவாக்கம் செய்யப்பட்ட மட்பாண்டங்களில் இடப்படும் எண்ணை உட்புறமோ வெளிப்புறமோ இடலாம்.
2. முடிந்தவரை மட்பாண்டத்தின் அடிப்பகுதியில் எழுதவேண்டும்.
3. கறுப்பு நிற ஓடுகளில் வெள்ளை வண்ணத்தில் எழுதவேண்டும்.
4. எண்ணிடப்படும் பகுதியில் வார்னிஷ் அடிக்கலாம், தவறாக எண்ணிடும்போது அசிடோன் அல்லது பிற கரைப்பான்களால் அதனை எளிதாக அழிக்க இயலும்.

5. எண்ணிட்டபின் ஒருமுறை சரிபார்த்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக '9' எண் '6' ஆக எழுதப்படிருக்கலாம். '8' என்பது '0' போலத் தோற்றமளிக்கலாம். '2' எண் '7' போலத் தோற்றமளிக்கலாம்.
6. ஒவ்வொரு பானையோட்டையும் ஒருவகையில் முக்கியமானதாகக் கருதவேண்டும். அவற்றை வல்லுநர்களிடம் காண்பித்து விளக்கம் பெறவேண்டும்.
7. பானையோட்டின் பளபளப்பான பகுதியில் எண் இடுவதைத் தவிர்க்க வேண்டும்.
8. விரிசல் ஏற்பட்டுள்ள இடத்தில் எண்ணிடக்கூடாது.
9. பானையோட்டில் தலைகீழாக எண்ணிடக்கூடாது.
10. எழுதுவதற்கு மிருதுவான தூரிகையைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

எண்ணிடும் மூலப்பொருள் (வண்ணம்) கிடைக்கும் தொல்பொருளின் தன்மைக்கேற்ப மாறுபடும்.

பதிவு செய்தலில் கணிப்பொறியின் பங்கு

களக் கணிப்பொறிகள் நாளுக்கு நாள் புதிய புதிய வடிவிலும் விரைந்து பணியாற்றுவதிலும் வல்லனவாக வெளிவருகின்றன. இன்று பயன்படுத்தப்படும் கணிப்பொறியும் மென்பொருளும், நாளை பழைய பொருளாகி விடுகிறது. ஆகையால் எவ்வகையான கணிப்பொறியை அகழாய்வுப் பதிவுகளுக்குப் பயன்படுத்துவது என்பதை எளிதாகக் கூற இயலாது.

தற்காலங்களில் நிகழ்த்தப்பெறும் அகழாய்வுகள் பெரும்பாலும் கணிப்பொறியில் சேமித்துப் பயன்படுத்தும் முறையிலேயே நிகழ்த்தப் பெறுகின்றன. அகழாய்வறிஞர் கணிப்பொறியை இயக்கத் தெரிந்தவராய் இருத்தல் வேண்டும்.

அகழாய்வுப் பதிவுத் தரவுகளைக் கணிப்பொறியில் ஓரிடத்தில் சேமிப்பது ஆய்வுக்கு பயனுடையதாக அமையும் எனினும் மென்தகடு போன்ற பிற ஊடகங்களில் சேமிப்பது முக்கியமானது.

தரவுத்தள மென்பொருட்கள்

தரவுத்தளம் என்பது செய்திகளின் தொகுப்பாகும். இத்தொகுப்பிலுள்ள தரவுகளை தேவையான வகையில் அமைத்து ஆய்வு செய்யவும், வேகமாக முடிவுகளைக் காணவும் பல மென்பொருள்கள் உள்ளன. பதிவுகளை ஒப்புநோக்கி ஆய்வு செய்யவும், வரைபடங்கள் தயாரிக்கவும், ஆய்வுத் துணைநூல்களைத் தெரிவு செய்யவும் இத்தரவுத்தள மென்பொருட்கள் மிகவும் பயன்படுவன.

தரவுத்தளங்களைப் பரும மற்றும் உறவுமுறைத் தளங்கள் என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். பருமத் தரவுத்தளங்களில் தரவுகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகச் சேமித்து அடுக்கி வைப்பதாகும். உறவுமுறைத் தரவுத் தளத்தில் எவ்வொரு பதிவையும் மிக எளிதாக ஒப்பு நோக்க இயலும். இத் தரவுத்தளமே அகழாய்வில் முக்கியமாகப் பயன்படுகிறது. முக்கியமாக இருவேறு இடங்களில் எடுக்கப்படும் தொல்பொருட்களை ஒப்பு நோக்க இது பயன்படுகிறது.

14. நீரகழாய்வு

கடலில் மூழ்கியுள்ள தொல்பொருள் பலமாற்றங்களுக்கு உட்பட்டிருக்கும். கடலின் தரை மேற்பரப்பில் அனைத்துப் பொருட்களும் இல்லாமல், மண்ணுக்கடியில் முழுமையாகவோ, பகுதியாகவோ புதைந்திருக்கும். இத் தொல்பொருட்களை ஆய்வு செய்ய நேரும்போது ஆய்வுக்களத்தைச் சிதைக்க நேரிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மண்ணுக்கடியில் புதைந்த தொல்பொருட்களின் மேல்படிந்துள்ள வண்டல்களை அகற்றி ஆய்வு செய்யும்போது இயற்கையாக உள்ள கூறுகளை சிதைக்க நேருகிறது. எனவே, இம்முறை ஆய்வு சிதைப்பு முறை ஆய்வு நுட்பம் (Destructive Investigative Techniques) எனப்படுகிறது.

தொல்பொருட்களை வெளிக்கொணர முயலும்போது உண்மையான சூழ்நிலை சிதைக்கப்படுகிறது. இச்செயலுக்கு முன்னர் உள்ள நிலையில் அளவிடுதலும் பதிவு செய்தலும் முக்கியம் வாய்ந்தது.

தொல்பொருட்களை வெளிக்கொணர்வதில் சிறந்த பணி அனுபவமிக்க அனைத்துத் துறை வல்லுநர்களும் முக்கிய பங்காற்றுகின்றனர். ஒவ்வொரு செயலும் மிகுந்த கவனத்துடன் மேற்கொள்ளப் படவில்லையெனில், ஆய்வுக்குத் தேவையான முக்கியமான சான்றுகளை மீளப்பெற இயலாத அளவிற்கு இழக்க நேரிடும். எனவே சிதைப்புமுறை ஆய்வு நுட்பம் குறித்து கீழே விளக்கப்படுகிறது. இவ்வாய்வை மூன்று வகைப்படுத்தலாம். அவையாவன:

1. சோதனைத் துளையிடுதல் (Probing)
2. தொல்பொருளின் மாதிரி எடுத்தல் (Sampling)
3. அகழாய்வு செய்தல் (Excavation)

சோதனைத் துளையிடுதல்

இம்முறை மண்ணுக்குள் புதைந்திருக்கும் தொல்பொருளைத் துளையிட்டுக் கண்டுபிடிக்க பயன்படுகிறது(படம்-109). இது எளிதான முறையல்ல. முறைப்படுத்தப்பட்ட சோதனைத் துளை ஆய்வுநுட்பம் தொல்பொருள் எவ்வளவு பரப்பில் புதைந்து கிடக்கும் என்பதனை அறிய உதவுகிறது. மண்ணுக்குள் துளையிட்டு தொல்பொருளைத் தொட்டுணரும் முறையில் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. எனவே தொட்டறிந்த பொருள் என்ன என்பதை புரிந்து கொள்ளுதலில் இடர்ப்பாடுகள் உண்டு. இம்முறையில் பெரும்பாலும் என்ன வகைத் தொல்பொருள் மண்ணடியில் புதைந்துள்ளது என்பதைக் கண்டுபிடிப்பதைவிட எவ்வளவு ஆழத்திற்கு அதன்மேல் வண்டல் படிந்துள்ளது என்பதைக் காண்பதே சுலபமானது. தொல்பொருளைத் துளையிட்டு மேல்கொணர்ந்து ஆய்வு செய்வது, தொல்பொருளின் உண்மைத் தோற்றத்தைச் சிதைக்குமென்பதால், தொல்பொருள் மண்ணடியில் கிடக்கும் ஆழம் கண்டுபிடிக்கவே இம்முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

முறையாகச் செய்யப்படும் சோதனைத்துளை உணர்வு ஆய்வு முறையே தேவையான தகவல்களை அளிக்கும். இந்நுட்பத்தில் ஒரு மடக்க இயலாத தடிமன் கொண்ட இரும்புக் கம்பியை மண்ணுக்குள் நுழைத்துக் கடினப் பொருள் எந்த ஆழத்தில் உள்ளது எனக் கண்டுபிடிக்கலாம். 25மிமீ விட்டம் கொண்ட குறைந்த அழுத்த நீர்கொண்டு துளையிடும் கருவியைப் பயன்படுத்தி கடினப்பொருள் இருக்கும் ஆழத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம்(படம்-110). உயர் அழுத்த நீர்துளையிடும் கருவி தொல்பொருளையே துளையிட்டுச் செல்ல வாய்ப்புண்டு. எனவே இதற்கு உயர் அழுத்த நீர்துளையிடும் கருவியைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. கடலின் மேற்பரப்பிலுள்ள கடல் நீரில் ஆக்சிஜன் அதிகமிருக்கும். இம்முறை துளையிடுதலினால்

ஆக்சிஜன் தொல்பொருளின் இயல்பான நிலையைச் சிதைத்துவிடும். எனவே, குறைந்த அழுத்தநீர் துளையிடும்போது கடல்தரை மட்டத்திலுள்ள நீரைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

தொல்பொருளின் மாதிரி எடுத்தல்

தொல்பொருளில் எடுக்கப்படும் மாதிரி அங்குக் கிடைக்கும் தொல்பொருட்களின் தன்மையைக் குறிப்பதாக அமைகிறது.

தொல்பொருளின் காலத்தைக் கணக்கிடுவதிலிருந்து, அப்பொருளின் பண்பு, பயன்பாடு குறித்த செய்திகளை அறிவது வரையிலான பல காரணங்களுக்காக மாதிரிகள் எடுக்கப் படுகின்றன.

மாதிரி எடுப்பது கீழ்க்கண்ட அடிப்படைத் தேவைகளுக்காக மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

1. எடுக்கப்படும் மாதிரியானது முக்கிய சான்றுகளைத் தருவதாக அமையும் என்ற நிலையிலும்.
2. எடுக்கப்படும் மாதிரியை அனைத்து சோதனைக்கும், உட்படுத்த இயலும் என்ற நிலையிலும். மேலும் முக்கியமான தொல்பொருளாயிருப்பின் மாதிரியாக வெளிக்கொணரலாம்.

எனவே மேற்கண்ட அடிப்படைத் தேவைகளைக் குறித்த முடிவை தொல்லியலாளரும், பிற துறை வல்லுநர்களும் சேர்ந்து எடுத்தல் வேண்டும்.

மண்ணடுக்காய்விற்கு மாதிரி எடுத்தல்

தொல்பொருள் புதைந்துள்ள இடத்திற்கு அருகில் மண்மாதிரிகள் எடுக்கப்பட வேண்டும் (படம்-111). அவை காலப்போக்கில் எவ்வாறு உருவானவை என்பதை அறிந்தால், தொல்பொருள் மீது படிந்துள்ள வண்டல் மற்றும் பிற பொருட்களைப் பற்றிய தெளிவை அகழாய்விற்கு முன்னரே அறிவதோடு, தொல்பொருட்களின் மீது அவை ஏற்படுத்திய தாக்கத்தையும் அறியலாம். இது அகழாய்வு முறையை நன்குத் திட்டமிடவும் பயன்படும்.

காலக்கணிப்பிற்காக மாதிரி எடுத்தல்

கப்பல்களில் கிடைக்கும் மரத்துண்டுகளைக் கொண்டு கதிரியக்கக் கார்பன் 14 பகுப்பாய்வு முறை, மரவளைய கணக்கீட்டு முறை ஆகிய அறிவியல் முறை காலக்கணிப்பு முறையைச் செய்யலாம். இக்காலக் கணிப்பு முறைக்கு அகழாய்விற்கு முன்னரே மாதிரிகள் எடுக்கலாம்.

கதிரியக்கக் கார்பன் முறைக்கு மாதிரி எடுத்தல்

இக்காலக்கணிப்பு முறைக்கு மாதிரி எடுக்கும் முன்பு இவ்வாய்வு செய்யும் ஆய்வுக் கூடத்தை அணுகுதல் வேண்டும்.

1. தொல்பொருளுடன் உறவற்ற பொருட்களை மாதிரியாக எடுக்கக்கூடாது. காட்டாக, மூழ்கிய கப்பலுக்கு அருகில் கிடைக்கும் வேறு மரத்துண்டுகளை மாதிரியாக எடுக்கக்கூடாது. எடுக்கப்படும் மாதிரி தொல்பொருளுடன் உறவுள்ளதாகவும் இம்மாதிரியில் கிடைக்கும் காலக்கணிப்பு அதன் உண்மைக் காலத்தைப் பிரதிபலிப்பதாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.
2. மாதிரி எடுக்குமுன்பு மண்ணடுக்கு படிவுநிலை, பிற கூறுகளான மனிதனின் ஊடுருவல் சான்றுகள், மரவேர்கள், கடல்வாழ் உயிரினங்களால் ஏற்படுத்தப்பட்ட இடையூறுகள் ஆகியன பற்றி அறிந்து இடையீடுகளற்ற பகுதியில் மாதிரிகள் எடுத்தல் வேண்டும்.
3. பரிசோதனைக்குத் தேவையான அளவைவிட அதிக அளவு, எண்ணிக்கையிலான மாதிரிகள் எடுத்தல் வேண்டும். இது காலக்கணிப்பைத் துல்லியப்படுத்த உதவும். தாவரவியல், விலங்கியல், வேதியியல் அடையாளங்கள் போன்றன மாதிரியை பகுக்கும் முன்பே கண்டுபிடிக்க முடியும்.
4. தொல்பொருள் மாதிரிகளை பிளாஸ்டிக் உறைகளிலோ, அலுமினிய தகடுகளிலோ அடைக்க வேண்டும். கண்ணாடிக் குடுவைகளிலும் அடைக்கலாம். இம்மாதிரிகளின் மேல் ஆய்வுச் களத்தின் பெயர், மாதிரி எண், கிடைத்த ஆழம், கிடைமட்ட நிலை, மாதிரி எடுத்தவர் பெயர் போன்றனவற்றை குறித்த விவர அட்டைகள் பொருத்தப்படவேண்டும்.

5. மாதிரிகளை ஓரிடத்தில் சேமித்துவைத்து பிறகு ஆய்வுக்கனுப்ப வேண்டுமெனில், குளிர்ந்த, இருண்ட, உலர்ந்த இடத்தில் வைக்கவேண்டும். இவற்றைப் பாதுகாக்க கரிமவேதியற் பொருட்களைப் பயன்படுத்தல் கூடாது.

மரவளையக் கணக்கீட்டு முறைக்கு மாதிரி எடுத்தல்

இம்மாதிரி எடுக்கும் முன்பு மரவளையக் கணக்கீட்டு ஆய்வகத்தை அணுகுதல் வேண்டும்(படம்-112).

1. மரவளையக் காலக் கணிப்பீட்டிற்கான மாதிரியானது மரத்தின் விளிம்புப் பகுதியைக் கொண்டதாகவும், நன்கு பாதுகாக்கப்பட்டதாகவும், வளர்ச்சியுற்றதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இதற்கு மரத்தின் அகலமான பகுதியை எடுத்தல் நல்லது. மாதிரியில் மரத்தின் முடிச்சுக்கள் இல்லாமலிருக்க வேண்டும். குறைந்தது 5லிருந்து 10செமீ அகலம் உடையதாகவும் இருக்க வேண்டும். மாதிரியில் குறைந்த பட்சம் 50 ஆண்டுகளுக்கான வளையங்கள் காணப்பட வேண்டும்.
2. வளையப் பட்டைகள், மரத்தின் மையப்பகுதியிலிருந்து விரிந்து செல்வனவாக இருத்தல் மிக நல்லது. அவ்வாறு மாதிரி எடுக்கப்பட்டால் மரங்களின் வகை, காலம், வளர்ச்சி நிலை ஆகியனவற்றைக் கணக்கிடுவது எளிதாகும்.
3. மரங்களின் குறுக்கு வெட்டால் அமைந்த பகுதியை மாதிரியாக எடுத்தல் நல்லது. 'V' வடிவில் சாய்ந்தவாறு வெட்டியெடுக்கப்பட்ட மரமாதிரிகள் காட்சிப் பொருளாக வைக்கப் பயன்படும். சில வேளைகளில் நுட்பமாக எடுக்கப்பட்ட மாதிரித் துண்டுகளை மீண்டும் மரப்பகுதியோடு இணைக்கவும் இயலும்.
4. மரத்தைத் துளைத்து மாதிரி எடுக்கும் முறையில் மரத்தை சேதப்படுத்தவும் மாதிரியின் பக்கங்களைச் சேதப்படுத்தவும் வாய்ப்புண்டு. எனவே மரத்தைத் துளையிட்டு மாதிரி எடுக்கும் முறையை தேவைப்பட்டாலொழியப் பயன்படுத்துதல் கூடாது.
5. விரிசல் ஏற்பட்டுள்ள மரத்துண்டுகளை இறுகப் பிணைக்கச் சரியான நுட்பத்தை பயன்படுத்த வேண்டும். முட்டுக்

கொடுத்தல், இறுக்கிக் கட்டுதல் ஆகிய முறையைப் பின்பற்றலாம். இப்பகுதியில் விளிம்பிலுள்ள வளையங்கள் விரைவில் உலர்ந்து போவனவாகவும், உட்பகுதியில் உள்ளவை ஈரத்தன்மை உடையனவாகவும் இருக்கும்.

6. நீர்த்துப்போகாமலும் உருவச்சிதைவு ஏற்படாமல் இருக்குமாறும் மாதிரியை அடைக்கவேண்டும். மாதிரியின் மேல் பதிவெண், எங்கு வெட்டப்பட்டது, யாரால் வெட்டப்பட்டது ஆகியன குறித்த அடையாள அட்டையைப் பொருத்த வேண்டும்.

மாதிரியின் அளவுகள்

மாதிரி எடுக்குமுன்பு கீழ்க்கண்டவற்றை நோக்கவேண்டும்.

1. மாதிரி எப்பொருளால் ஆனது.
2. மாதிரியின் முக்கிய பொருளாக்கம் (Component)
3. மாதிரி மாசுகளற்றுத் தூய்மையாக உள்ளதா?
4. மாதிரி எடுக்கப்பட்ட இடம் இடையீடுகளின்றி உள்ளதா என்பதைப் பற்றிய தெளிவு.

மாதிரி எடுக்கும் போது கீழ்க்கண்ட தேவைகளையும் கணக்கில் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

1. மாதிரி எடுப்பதனால் உள்ள நன்மை, அது தொல்லியலுக்குப் பயன்படும் விதம்
2. மாதிரியைக் காலக்கணிப்பு செய்வதற்கான போதிய நிதிவசதியுள்ளதா என்பதைக் குறித்த விளக்கம்
3. மாதிரி ஆய்வினால் பெறப்போகும் சான்றுகள், தொல்லியல் முடிவுகள், பண்பாட்டு ஆய்வுகளுக்கான தரவுகள்
4. பலதுறை சார்ந்த அறிவியற் கோட்பாடுகள், நீரகழாய்வில் ஏற்படுத்தும் உள்ளார்ந்த முக்கியத்துவம்.

மாதிரி எடுக்கும் முறைகள்

1. துணுக்குகள் மாதிரி எடுத்தல்

இம்முறையில் தொல்பொருள் மேல்படிந்துள்ள

உயிரியல் பொருட்கள் (மரம் நீங்கலாக) மாதிரியாக எடுக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மரத்தைத் துளைக்கும் புழுக்கள், சிறு எலும்புத் துண்டுகள் போன்றன. இம்மாதிரி எடுப்பதற்கு ஒட்டியுள்ள மூலப்பொருளையே அடியோடு எடுக்க வேண்டும்(படம்-113). ஆய்வகத்திலேயே மாதிரியை மூலப் பொருளிலிருந்து பிரித்தெடுக்க வேண்டும்.

மாதிரி எடுக்கும்போது கீழ்க்கண்ட முறைகளைக் கடைபிடிக்கவேண்டும்.

1. மாதிரிகளை அடைக்கும்பெட்டி, ஈரப்பதமில்லாது சுத்தமாகவும், காற்றுப்புகா அடைப்பான்களைக் கொண்டதாகவும் இருக்கவேண்டும்.
2. மாதிரித் துணுக்குகள் எந்தப் பரப்பளவிற்குத் தொல்பொருள் மேல் படிந்துள்ளன என்பது அறியப்படவேண்டும்.
3. மாதிரி எடுத்த இடம், அதன் அருகில் காணப்பட்ட பிற பொருட்கள், ஆழம், வரைபடம், குறிப்புகள் ஆகியனவற்றைப் பதிவு செய்தல் வேண்டும்.
4. மாதிரி எடுக்கும்முன் அதன் சுற்றுப்புறத்தை மாசுபடா வண்ணம் சுத்தம் செய்ய வேண்டும்.
5. ஒருமுறை நீர்மூழ்குதலின்போது பல மாதிரிகள் எடுத்தால் அவை ஒன்றுக்கொன்று மாறிவிடாவண்ணம் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.
6. எவ்வளவு அளவு மூலப்பொருளிலிருந்து மாதிரி எடுக்கப்பட்டது என்பதைக் கண்டறிய வேண்டும். அதைப் பதிவுசெய்ய வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, 1 கிலோ எடையுள்ள பொருளில் 100 கிராம் எடுக்கப்பட்டது என்பது போன்ற பதிவுகள்.
7. மாதிரியை நீரடியில் எடுத்த உடனேயே பெட்டியில் வைத்து அடைத்து மேலே கொணர வேண்டும்.
8. அனைத்து விவரங்களும் சரியாகப் பதிவு செய்யப்பட்டதா என்பதைச் சரிபார்க்க வேண்டும்.

2. துளையிட்டு மாதிரி எடுத்தல்

மண்ணடுக்கு வரிசையைக் காண்பதற்கே இம்மாதிரி எடுக்கப்படுகிறது. கெட்டியான பிளாஸ்டிக் குழாய் அல்லது

இரும்புக்குழாயை மண்ணில் செருகி மாதிரியை மேலெடுக்கும் முறை பெரும்பாலும் பின்பற்றப்படுகிறது. பின்னர் குழாயில் உட்புகுந்த மண்ணடுக்குப் பகுதியை எளிய வழியில் வெளியே கொணர்ந்து மண் வரிசைகள் ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. பிற தொல்பொருள் புதையாத இடத்தில் ஆனால் தொல்பொருளுக்கு அருகில் மாதிரி எடுத்தல் வேண்டும். இம்மாதிரிகள் பிற காரணங்களால் மாசுபடாத வண்ணம் பார்த்து கொள்ளவேண்டும். வல்லுநர்களே மாதிரியின் ஆய்வை மேற்கொள்ள வேண்டும். மாதிரி எடுத்த இடம், ஆழம் போன்ற அனைத்துக் குறிப்புகளையும் பதிவு செய்து அட்டையிட வேண்டும்.

அகழாய்வு செய்தல் (EXCAVATION)

அகழாய்வு என்பது நெறிமுறையோடு தொல்பொருளை பிரித்தெடுத்து வெளிக் கொணர்வதாகும். இந்நெறிமுறையானது ஆய்வுக்களம், அதன்படிநிலை, தொல்பொருள் குறித்த செய்திகள் ஆகியனவற்றை நிரல்படக் கூறுவதாகும்.

ஒவ்வொரு ஆய்வுக் களத்திற்கும் அகழாய்வுமுறைகள் வேறுபடும். எனவே, அகழாய்வில் எவ்வித நடைமுறைகள் தற்காலத்தில் கையாளப்படுகின்றன என்பதை அறிவது அவசியம்(படம்-114).

ஆய்வுக் கள எல்லையை வரையறுத்தல்

அகழாய்வு தொடங்குமுன் ஆய்வுக்கள எல்லையை வரையறுத்தல், திட்டமிடுவதற்கு பயன்படும். கீழ்க்கண்ட காரணங்களுக்காக ஆய்வுக்கள எல்லையை வரையறுத்தல் வேண்டும்.

1. எல்லை வரையறை அகழாய்வுச் செயல்திறனை அதிகரிக்கும்.
2. சில காலம் கழித்து நிகழ்த்தப்பெறும் அகழாய்வு எங்கு தொடங்கப்பட வேண்டும் என்பதைத் தெளிவாக அறிய உதவும்.
3. அகழாய்வில் ஈடுபடுவோருக்கு எவ்விடத்தில் பணிபுரிய வேண்டும் எனத் தெளிவாக அறிய உதவும். எல்லை

வரையறையின்றி இங்குமங்குமாக இடம் மாறிப் பணிசெய்வதால் தொல்பொருள் சேதமடைவதுடன், குழப்பமும் ஏற்படும்.

எல்லைகளைக் குறியிடுதல்

வரையறைக்குட்பட்டுப் பணிபுரிவதற்கு எல்லையைத் தெளிவாகக் குறிக்க வேண்டும். இச்செயலை இருமுறைகளில் மேற்கொள்ளலாம்.

1. நிலையான எல்லைக்குறிகளைக் கட்டமைத்து எல்லைகளில் வண்ணமிடப்பட்ட கற்களோ, உலோகக் குழாய்களோ நடலாம்.
2. எல்லைகள் குறித்த விவரங்களை ஆய்வாளருக்குத் தெளிவாக அறிவுறுத்தி, அவர் பணி அவ்வெல்லைக்குள் நிகழ்கிறதா என்பதை கண்காணிக்க வேண்டும்.

அகழாய்வுப் படிமுறை

தொல்பொருளை அகழாய்வு செய்யும்போது மேலிருந்து கீழ்நோக்கி படிப்படியாக அகழ்ந்து செல்லவேண்டும். மேலடுக்கில் மண்படிவு முழுவதையும் சுரண்டி வெளியேற்றிய பின்னரே கீழடுக்கு மண்ணைத் துருவுதல் வேண்டும். மண்ணடுக்குகளை அகழ்வு செய்யும்போதும் கிடைக்கின்ற, வெளியில் தெரிகின்ற தொல்பொருட்களை ஒவ்வொரு முறையும் அளவீடு செய்து பதிவு செய்தல் வேண்டும். மண்ணடுக்குகள் காணப்படாமல் ஒரே வகையான வண்டல் படிவு காணப்படின் படிப்படியாக ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழம் வரை அகழ்ந்து அளவீடுகள் செய்து பதிவு செய்யப்பட வேண்டும். சிறிய அளவிலான தொல்பொருளும் கண்டுபிடிக்கப்படும் வகையில் சிறிது சிறிதாகத் தோண்டவேண்டும்.

குறுக்கு வெட்டுகள்

அகழாய்வு செய்யும்போது அகழாய்வு செய்யப்பட்ட பகுதியின் பக்கங்களில் காணப்படும் தோற்றம் குறுக்கு வெட்டு

எனப்படும். குறுக்கு வெட்டுகளை நிலையான குறுக்குவெட்டு, தற்காலிக குறுக்கு வெட்டு, வளர் குறுக்கு வெட்டு என வகைப்படுத்தலாம்.

1. நிலையான குறுக்கு வெட்டு என்பது அகழாய்வின் எல்லைப் பகுதியில் காணப்படும் தோற்றமாகும். எல்லைக்குப் புறப்பகுதியில் உள்ள வண்டல்கள் வெளியேற்றப்படாததால் ஏற்படும் தோற்றம் இதுவாகும். இத்தோற்றங்கள் மாறாத நிலையான தன்மையுடையவை.
2. தற்காலிகக் குறுக்கு வெட்டு என்பது அகழாய்வு செய்யும்போது தொல்பொருள் வெளிவந்தால் அத்தொல்பொருளைப் பெயர்த்து எடுக்க அதன் பக்கங்களில் தோண்டிச் செல்வது. அப்போது காணப்படுகிற குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் தற்காலிகமானதாகும். தொல்பொருள் வெளிக் கொணரப்பட்டபின் மீண்டும் அதன் பக்கங்கள் வெளிக் கொணரப்படும்.
3. வளர் குறுக்கு வெட்டு என்பது அகழாய்வு செய்யும்போது நீரோட்டம், கடல் அலைகளால் வண்டல்கள் முதலியன மீண்டும் உருவாகிவரும். இத்தகைய தொடர் வண்டல் படிவுகள் ஏற்படுவதைக் குறைக்க மணல் மூட்டைகளை அகழாய்வு எல்லைப் பகுதியில் அடுக்கலாம்.

அகழாய்வின் பக்கங்களை முடிந்தவரை செங்குத்தாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அப்போதுதான் மண்ணடுக்குகளைத் தெளிவாக ஆய்வு செய்ய இயலும். வரைபடங்கள் தயாரிக்கவும் எளிதாகும். தொடர் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை அளவிட முடியவில்லையெனில் அகழாய்வைச் செங்குத்தாக நிகழ்த்தாமல் சாய்வாகவோ அல்லது படிகள் போன்ற அமைப்பிலோ நிகழ்த்தலாம். இருப்பினும் இது செங்குத்து அகழாய்வைவிட சிறந்ததல்ல. குறுக்கு வெட்டின்போது தொல்பொருட்கள் வெளியே துருத்திக் கொண்டிருந்தால் அப்பொருளை அப்படியே விட்டுவிட வேண்டும். தொல் பொருளை வெளிக்கொணர அதன் பக்கங்களைத் தோண்டினால் மண்ணடுக்குகளின் நிலையை அறிய இயலாது.

குறுக்கு வெட்டுகள் எப்பகுதியில் நிகழ்த்தப்படுகிறது என்பது வரைபடத்தில் குறிக்கப்பட வேண்டும். இக்குறுக்கு வெட்டுகள் பற்றிய விவரங்களை நீர்மூழ்குநர்களுக்கு முன்பே தெளிவுறுத்த வேண்டும். திடமற்ற வெட்டுப்பகுதிகளில் மணல் மூட்டைகளை அடுக்கியோ, அடைப்புப் பலகைகளை பொருத்தியோ சரிவு ஏற்படாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

தொல்பொருள், கட்டடப் பகுதிகளில் அகழ்வு

தொல்பொருளோ, கட்டடப் பகுதியோ அகழாய்வின் போது வெளியில் தெரிந்தால் உடனே அதைத் தோண்டி எடுத்தல் கூடாது. ஒட்டுமொத்தமாக மண்ணடுக்குகளை அகற்றும்போது தொல்பொருள் தனியாகப் பிரியும்வரை மண்ணகழ்வு செய்தல் வேண்டும். தொல்பொருட்களை வெளியே உருவ முயற்சிக்கவும் கூடாது. அவ்வாறு செய்தால் கீழ்க்கண்ட இடர்ப்பாடுகள் நேரலாம்.

1. தொல்பொருள் உடைந்து போகலாம்.
2. அருகிலுள்ள வேறு தொல்பொருள்கள் சிதைந்து போகலாம்.
3. தொல்பொருளுக்கும் பிற பொருளுக்கும் உள்ள தொடர்பை பதிவு செய்ய இயலாமல் போகலாம்.
4. தொல்லியல் தொடர்பை அறிய இயலாமல் போகலாம்.

அகழாய்வின்போது பொருட்கள் துருத்திக் கொண்டிருந்தால் நீர்மூழ்குநர்கள் அறியாமல் அதனைத் தட்டிவிட வாய்ப்புள்ளது. எனவே, அவ்வாறு துருத்திக் கொண்டிருக்கும் தொல்பொருள்கள் நிகழாமல் இருக்க பாதுகாப்பு ஏற்பாடுகள் செய்ய வேண்டும். கீழே விழுந்துவிடாமல் இருக்க, அப்பொருளைச் சுற்றி மென்மையான பொருள் அணைவாக வைக்கலாம். நொறுங்கும் தன்மையுடைய பொருட்களை மிகவும் கவனமாக உடையாது அகழ்வு செய்தல் வேண்டும். அப்பொருள் பற்றிய போதிய கல்வியை நீர்மூழ்குநர்களுக்கு அளிக்க வேண்டும். பணிபுரியும் நீர்மூழ்குநர்களின் கால் துடுப்பு அவரையும் அறியாமல் மண்ணடுக்கு, தொல்பொருள் ஆகியவற்றின் மீது பட்டு சிதைந்து போக வாய்ப்புள்ளது.

எனவே, அகழாய்வின்போது முடிந்தவரை துடுப்புகள் பயன்படுத்தாமலிருப்பது நல்லது.

பெரிய கப்பலின் பக்கங்களில் அகழாய்வு செய்து முடித்தபின்னர், கப்பல் வெளிக் கொணரப்படாமல் அங்கேயே விடப்படலாம். அப்பொருள் நீண்ட நாட்களுக்கு சிதைந்து போகாமல் இருக்கத் தேவையான பாதுகாப்பு முறைகளைக் கையாளவேண்டும். அகழாய்வில் புறந்தள்ளப்பட்ட வண்டல்மண், மணல்மூட்டைகளைக் கொண்டு அவற்றை மீண்டும் மூடலாம்.

அகழாய்வுக் கருவிகள்

அகழாய்வுக் கருவிகளை இருவகைப்படுத்தலாம். முதல்வகை கருவிகள் களப்பகுதியைத் தோண்டவும் கெட்டியான வுண்டலைத் தளர்வுறச் செய்யவும் உதவுவன. இரண்டாம் வகைக் கருவிகள் அம்மண்ணை களத்தின் புறப்பகுதிக்கு கொண்டு செல்லப் பயன்படுவன.

வண்டலை தளர்வுறச் செய்யும் கருவிகள்

1. நீர்மூழ்குநரின் கரம் இங்கு முக்கிய கருவியாகிறது ஏனெனில் தொல்பொருளின் மீது படிந்துள்ள வண்டலைத் துடைக்கவும், மணல் அள்ளவும் மண்வாரிகள் (Dredge), காற்றுத் தூக்கிகள் (Airlift) ஆகியவற்றின் உதவியுடன் நீர்மூழ்குநர் தன் கரங்களாலேயே செய்வர்.
2. அகலம் குறைந்த சுரண்டிகள் (Mason's Trowel) வண்டலை சுரண்டப் பயன்படும் அடிப்படைக் கருவியாகும். 8-10செமீ அகலமுள்ள வெட்டுவாய் கொண்ட இரும்புத் தகடுகளையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம் (படம்-115).
3. வண்ணப்பூச்சிற்குப் பயன்படும் பல வகையான அளவுள்ள தூரிகைகளை நுண்ணிய வண்டலை அகற்றப் பயன்படுத்தலாம். கெட்டிப்படுத்தப்படாத களிமண், மணல், மண், தொல்பொருள் மேல் ஒட்டிக்

கொண்டிருக்கும் கரிமப் பொருட்கள், நொறுங்கும் தன்மையுள்ள பொருட்கள் ஆகியவற்றை மென்மையாகத் துடைக்க இவை பெரிதும் உதவுகின்றன. தூரிகைககளைப் பயன்படுத்துவதற்கும் அனுபவம் தேவை. ஏனெனில், தூரிகையைப் பயன்படுத்தும்போது அவை வண்டல் அடுக்குகளை ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்துவிடச் செய்ய வாய்ப்புண்டு.

4. கையில் பயன்படுத்தக்கூடிய சிறிய அளவிலான பிற கருவிகளை வண்டலைச் சுரண்டப் பயன்படுத்தலாம். தேனீர் கரண்டி, பல் சுத்தம் செய்யப் பயன்படும் மருத்துவரின் கம்பிகள், குறடு, அகப்பை, கத்தி, சுத்தியல் ஆகியனவும் இதற்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. பிளாஸ்டிக், மரத்தாலான பிற சிறிய வகைக் கருவிகள் தொல்பொருள் மேலிருக்கும் கரிமப் பொருட்கள் சிதைந்து போகாத வண்ணம் சுத்தம் செய்யப் பயன்படுத்தலாம். இக்கருவிகள் அனைத்தையும் எப்போதும் ஒரு பேழையில் வைத்துப் பாதுகாத்தால் அவற்றுள் எவையேனும் காணாமல் போவதைத் தவிர்க்கலாம்.

வண்டலை அகற்றும் கருவிகள்

அகழ்விடத்தில் வண்டல் மண்ணை மென்மையாகக் கிளறி அது தளர்வுற்ற பின்னர் அங்கிருந்து வெளியேற்றப் பலமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. மண்வெட்டிகளால் எவ்வாறு நிலத்திலுள்ள மண் வெளியில் தள்ளப்படுகிறதோ அவ்வாறே நீரினுள்ளும் செய்யலாம். இதற்கென வடிவமைக்கப்பட்ட இயந்திரங்களைப் பயன்படுத்தலாம். இது நேரம், பொருட் செலவு ஆகியனவற்றைக் குறைக்கப் பயன்படும். இயந்திரங்களை இதற்குப் பயன்படுத்தும்போது தொல்லியல் சான்றுகள் பலவற்றை அறியாமல் இழந்துவிட வாய்ப்புண்டு. எனவே, சான்றுகளை இழக்காமலிருக்கத் தேவையான அனைத்து முயற்சிகளையும் அகழாய்வுத் தலைவர் மேற்கொள்ள வேண்டும். மேலும் இயந்திரங்களை இதற்குப் பயன்படுத்தும்போது நீர்மூழ்குநர், அகழ்விடம், தொல்பொருள் ஆகியவற்றின் பாதுகாப்பிற்கும் ஏற்பாடு செய்ய வேண்டும்.

பொதுவாக நீர்வாரி இயந்திரம் (Water Dredge) மற்றும் காற்றுத்தூக்கி இயந்திரம் (Airlift) ஆகிய இரு வகை இயந்திரங்கள் ஆய்வுக்களத்திலுள்ள வண்டலை அப்புறப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன(படம்-*116,117,118, 119,120*).

காற்றுத் தூக்கி (Airlift)

இவ்வியந்திரத்தில் திடமான ஒரு குழாய் செங்குத்தாகத் தரைக்கருகில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதன் கீழ்வாய்ப்பகுதியில் படகில் உள்ள காற்று அமுக்கியின் (Air-compressor) உதவியுடன் உயர் அழுத்தக்காற்று வெளிவிடப்படும். அப்போது மேலெழுந்து செல்லும் காற்று காற்றுத் தூக்கிக் குழாய் வழியாக வண்டலைச் சேர்த்து இழுத்துச் செல்லும். இதன் விசையின் அளவு காற்றின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்தமையும்.

காற்று

காற்றமுக்கிகளின் திறன் அகழ்வுக்களத்தின் அளவு, ஆழம், காற்றுத் தூக்கிக் குழாயின் விட்டம் ஆகியனவற்றைப் பொறுத்தமையும். காற்றமுக்கிகள் மிக உயர் அழுத்தத்திறன் கொண்டிராமல், இருத்தல் நல்லது. ஏனெனில், உயர் அழுத்தக் காற்றானது குழாய் வழியாக வரும்போது திடீரென ஏற்படும் விபத்துகளால் தொல்பொருட்கள் சேதமடைய வாய்ப்புண்டு. காற்றமுக்கிகள் 7-10 பார் அழுத்தமுள்ள காற்றைத் தருவிப்பனவாக அமைதல் நல்லது. இதற்கு சாலைகள், கல்லுடைக்கும் தொழிற்கூடங்கள் ஆகிய இடங்களில் பயன்படுத்தப்படும் காற்றமுக்கிகள் போதுமானவை. ஆய்வுக்கப்பல் அல்லது படகில் இவ்வியந்திரத்தை வைப்பதற்கான வசதிகள் இருத்தல் வேண்டும்.

காற்றுவரும் குழாய்

காற்றமுக்கிகளிலிருந்து அனுப்பப்படும் உயர் அழுத்தக்காற்று சிறிய குழாய் வழியாக வரும். இக்குழாயைத் தரைக்கருகில் இருக்குமாறு பிடித்துக்கொள்ள வேண்டும். மிகப்பெரிய அகழாய்வுகளில் ஒரு காற்றமுக்கியிலிருந்து பல

குழாய்களைச் செருகி அதிக இடங்களில் ஒரே நேரத்தில் காற்றுத் தூக்கிகளைப் பயன்படுத்தலாம். அகழாய்வுக் களத்தினுள் நிலையான வால்வுகள் பொருத்தப்பட்ட குழாய்களைச் செருகி வைக்கலாம். எப்போது காற்று தேவைப்படுகிறதோ அப்போது சிறுகுழாயை இக்குழாய்களில் இணைத்து இப்பணியை மேற்கொள்ளலாம்.

செயல்முறை

காற்றுத்தூக்கு முறையைப் பயன்படுத்த முதலில் காற்றமுக்கியை ஓடவைத்து தேவையான காற்றழுத்தம் உருவாகும் வரை விட்டு வைக்கவேண்டும். காற்றுக்குழாய் பெரும்பாலும் கடலின் தரைமீது படுக்கவைக்கப்பட்டிருக்கும். காற்றுக் குழாயின் வால்வுப் பகுதியை நீர்மூழ்குநர் திறந்தவுடன் காற்று வேகமாக வெளியேறும். காற்றுத் தூக்கி குழாயைச் செங்குத்தாகப் பிடித்தபடி தரைபகுதியில் காற்றைச் செலுத்தினால் காற்றுக் குமிழ்கள் மேலுந்து விசையினால் மேல் நோக்கிக் குழாய் வழியாக உயரும். அனுபவம் பெற்ற ஒருவர் இதை லாவகமாகப் பயன்படுத்துவார். குழாய் வழியாக வண்டலுடன் மேலெழும் காற்று அகழ்வுக் களத்திற்கு வெளியே கொட்டப்படும். இப்பகுதி பிற தொல்பொருட்கள் உள்ள பகுதியாகவோ, ஏற்கெனவே அகழ்வு செய்யப்பட்ட பகுதியாகவோ இருத்தல் கூடாது. வெளியேற்று முனையிலுள்ள குழாயானது வண்டல் கொட்டுமிடத்திற்கு அருகில் இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். ஏனெனில் கடல் மேற்பரப்பில் வண்டல் கொட்டப்பட்டால் நீரோட்டத்தின் காரணமாக பரந்துபட்ட பரப்பில் கலங்கி மிதக்கும். அத்துகள்கள் மீண்டும் அகழ்வுப் பரப்பில் வந்து சேரும். இவ்வியந்திரத்தின் வடிவமைப்பைத் தேவைக்கேற்ப மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

காற்றுத் தூக்கிகள் மூலம் அகழாய்வு

இவ்வியந்திரத்தை மிகக் கவனத்துடன் பயன்படுத்த வேண்டும். தளர்த்தப்பட்ட, மிருதுவான வண்டல் பகுதியை மென்மையாக மேலெழும்படி செய்தல் வேண்டும். குழாயின் அடிப்பகுதி கடல்தரையிலிருந்து 20-30 சென்டிமீட்டர்களில்

இருத்தல் நல்லது. நுணுக்கமான தொல்பொருள் வெளியில் தெரிந்தால் குழாயை மேலும் உயர்த்திப் பிடித்தல் வேண்டும். அழுத்தக் காற்றுக் குழாய் திறப்பான்கள் எந்நேரத்திலும் அழுத்தத்தை கட்டுப்பாட்டில் வைப்பதாக இருத்தல் வேண்டும். வெளிக்கொணரப்படும் வண்டலில் நுணுக்கமான தொல்பொருட்கள் காணப்படலாம். எனவே, கொட்டும் முனைப்பகுதியில் சல்லடையை வைத்துக் கண்காணிப்பது உகந்தது. அகழ்வு செய்யப்படும் இடத்தில் உலோகச் சட்டங்களைத் தரையில் பொருத்தி ஒவ்வொரு கட்டமாக அகழாய்வு செய்யலாம். இச்சட்டங்களைப் பிடித்துக்கொண்டோ பிணைத்துக்கொண்டோ நீர்மூழ்குநர் மேலுந்து விசையைச் சரிசெய்து கொள்ளலாம். காற்று தூக்கிக் குழாயை தேவையான வகையில் அமைக்கவும் பயன்படுத்தலாம்.

நீர்வாரிக் கருவி (Water Dredge)

காற்றுத்தூக்கி இயந்திரத்தின் கோட்பாட்டிலேயே இவ்வியந்திரமும் இயங்குகிறது. ஆனால் காற்றுக்குப் பதிலாக நீரானது இழுவை இயந்திரத்தால் உள்ளே உறிஞ்சப்படுகிறது. உறிஞ்சப்படும் நீர் வண்டலையும் சேர்த்து எடுத்துச் செல்கிறது. காற்றுத்தூக்கி குழாய்கள் செங்குத்தாக இருக்கும். ஆனால் நீர்வாரி இயந்திரங்கள் கிடைமட்டமாக இருக்கும். இதன் குழாய்கள் வளையும் தன்மையுடன் இருக்கும். இக்குழாய்களை நிமிர்த்தி நேராகப் பிடிக்கவேண்டிய தேவையில்லை. உறிஞ்சு குழாய்களின் நீளத்தைப் பொறுத்து அதன் செயல்திறன் இருக்கும். குழாயின் நீளம் குறைவாக இருந்தால் செயல்திறன் கூடும்.

இறைப்பான்

நீர் வாரிகளில் பயன்படுத்தப்படும் இறைப்பான்களின் சக்தி தேவைக்கேற்ப மாறுபடும். 75மிமீ விட்டமுள்ள வெளியேற்று குழாய் மற்றும் 110மிமீ உறிஞ்சு குழாயைக் கொண்ட இறைப்பான்கள் இவற்றுக்குப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றைவிடக் குறைந்த சக்தி கொண்ட இறைப்பான்கள் குறைந்த விட்டமுடைய குழாய்களுடன் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

செயல்முறை

காற்றுத் தூக்கிகளின் தத்துவத்திலேயே நீர்வாரிகளும் வண்டலை வெளிக்கொணரப் பயன்படுகின்றன. வண்டலைத் தவிர பிற அகழ்வுப் பொருள்களை வெளிக்கொணரவோ துளையிடவோ இவ்வியந்திரங்களைப் பயன்படுத்தலாகாது. காற்றுத் தூக்கிகள் இயங்கும்போது தானாக மேலுந்துவிசையினால் மிதக்கும். ஆனால் நீர்வாரி இயந்திரக் குழாய்கள் அவ்வாறு மிதக்காது. எனவே, இக்குழாய்கள் அகழ்வுப் பரப்பில் சேதம் ஏற்படுத்தாதவாறு மிதவைகளால் தொங்கவிடப்படவேண்டும்.

இயந்திரத்தை ஓடவிடும்போது அதன் விசை திடீரென மிக அதிகமாக இருக்கும். குழாய்களில் எதிர்பாராத விசை உருவாகும். அப்போது நீர்மூழ்குநர் உறிஞ்சுகுழாயை உறுதியாகப் பிடிக்கவில்லையெனில் அருகிலுள்ள தொல்பொருள் சேதமடையக்கூடும். இந்நிலையைத் தடுக்கத் தரையிலிருந்து மேலே இருக்கும்படி உறிஞ்சுகுழாய்களின் கீழே கல்மேடை அமைக்கலாம். அல்லது மிதவைகளைக் கட்டி மிதக்கவிடலாம். உறிஞ்சு குழாய் வாய்ப்பகுதியில் குறுக்குக் கம்பிகளை பொருத்தலாம்.

நீர்வாரிகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும் முறை

அகழாய்விற்கு காற்றுத்தூக்கி இயந்திரம் செயல்திறமையுடையது. ஆனால் அதிக செலவாகும். ஆகவே அகழ்வு செய்யும் பகுதியைப் பொறுத்துத் தேவையான மண்வாரிகளைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். பல அளவுகளில் இரு இயந்திரங்களின் பாகங்கள் பரவலாகக் கிடைக்கின்றன. காற்றுத் தூக்கிகள் சிறந்த இயந்திரங்களாக இருப்பினும், ஆழம் குறைந்த பகுதிக்கு நீர்வாரி இயந்திரங்கள் ஏற்றவை.

15. கடற்செலவுத் தொல்லியல்

கடற்செலவுத் தொல்லியல் என்பது பண்டைக் கப்பல் கட்டும் தொழில்நுட்பம் (Ship Building) மற்றும் கடற்செலவு (Navigation) ஆகியவற்றைக் குறித்து ஆய்வு செய்வதாகும். இதற்குச் சான்றுகளாக இலக்கியங்கள், வெளிநாட்டவர் பயணக் குறிப்புகள், சிற்பங்கள் மற்றும் ஓவியங்களில் கிடைக்கும் கப்பல் படகு உருவங்கள், கடலகழாய்வில் வெளிக்கொணரப் பட்ட கப்பல் வடிவங்கள், தற்காலத்திலும் பயன்படுத்தப்படும் மரபுவழிக் கப்பல், படகுகளின் ஆய்வுகள் முதலியன பயன்படுகின்றன. இச்சான்றுகளினடிப்படையில் பண்டையக் கப்பல் கட்டும் தொழில்நுட்பம், கடற்செலவு ஆகியனக் குறித்து இந்தியாவில் ஆய்வுகள் பல மேற்கொள்ளப் பட்டுள்ளன. தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத்தில் தென்னிந்திய மரபு வழி கப்பல் கட்டும் தொழில்நுட்பம் மற்றும் கடற்செலவு ஆகியனக் குறித்த ஆய்வுகள் நிகழ்த்தப்பட்டுள்ளன. மேலும் கேரளமாநிலம் ஆலப்புழா மாவட்டம், சேரதலா வட்டம், கடக்கரப்பள்ளி என்னும் சிற்றூரில் 12-15-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த பாய்மரக் கப்பல் ஒன்று நிலப்பகுதியில் அகழாய்வு செய்யப்பட்டது. தமிழகம் மற்றும் கேரளப் பகுதியில் நிகழ்ந்த கடற்செலவுத் தொல்லியல் ஆய்வுகளின் முடிவுகளை இங்குக் காணலாம்.

படகு மற்றும் கப்பல்

பண்டைக் காலத்திலிருந்தே மனிதன் நீர்நிலைகளில் மிதந்து வந்த மரக்கட்டைகள், இலைகள் ஆகியவற்றைக் கண்டு

மிதவைகளைத் தானே செய்து பயன்படுத்தத் தொடங்கினான். ஆரம்பக் கட்டங்களில் மிதவைகளாகப் பயன்படுத்தப் பட்டவற்றை, நீரில் செலுத்த அதன் அமைப்பு முறைகளை மாற்றியமைக்கத் தொடங்கினான். நீரைக் கிழித்துச் செல்லவும், கவிழாதவண்ணம் இருக்கவும் மிதவைகளின் அமைப்புகள் மாற்றம் பெறத் தொடங்கின. ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் சிறிது தூரம் கடப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட இவை பின்னர் நீண்ட தூரம் செல்லும் அளவிற்கு தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிப் பெறலாயின. நீளமான மரத்துண்டு, மூங்கில் கழிகளால் தள்ளப்பட்ட இப்படகுகளுக்குத் துடுப்புகளையும் காற்றில் அடித்துச் செல்லத்தக்க வகையில் பாய்மரங்களையும், பாயையும் பயன்படுத்தினான். ஆறுகளைக் கடக்கத் துடுப்புகளும், கடலில் பயணம் செய்யப் பாய்மரங்களும் பயன்படுத்தப்பட்டன. நாகரிக வளர்ச்சியால் படகுகளின் உருவம் பெரிதாக்கப்பட்டு கப்பல்களாக உருமாறின. இவற்றின் உருவ அமைப்புகள், கட்டும் நுட்பம், கடற்செலவுத் தொழில்நுட்பம் ஆகியன இடத்திற்கிடம் சற்று வேறுபட்டு வளர்ந்தன.

தமிழகத்தில் படகு பயன்படுத்தியமைக்கான மிகப்பழைய சான்றுகளாக பாறை ஓவியங்களைக் குறிப்பிடலாம். இப்பாறை ஓவியங்களில் தொழில்நுட்பம் குறைந்த எளிமையான படகுகளின் ஓவியமும் படகுடன் துணைக் கருவியான தண்டின் ஓவியமும் காமயகவுண்டன்பட்டியிலும், கீழ்வாலை ஓவியத்திலும் சித்தரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை புதிய கற்காலத்தின் கடைசி கட்டத்தையும், பெருங்கற்படைச் சின்னத்தின் ஆரம்ப கட்டத்தையும் சார்ந்தவையாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. எனவே சங்க காலத்திற்கு முன்பிருந்தே தமிழகப் பகுதியில் கடல் பயணங்களோ ஆற்றுப் பயணங்களோ மேற்கொள்ளப் பட்டுள்ளது எனலாம்.

பெருங்கற்படைக் காலத்தைத் தொடர்ந்து சங்ககாலத்திலும் நீர்வழிப் போக்குவரத்து வளர்ச்சியுற்ற நிலையிலிருந்ததை சான்றுகள் மூலம் அறியலாம்.

பண்டைத் தமிழகத்தில் கலங்கள்

சங்க இலக்கியங்கள் பல வகையான படகு, கப்பல்கள்

போன்றவற்றின் குறிப்புகளைத் தருகின்றன. மேலும் அயல்நாட்டுப் பயணியர் தமிழகத் துறைமுகங்களைப் பற்றி அளிக்கும் குறிப்புகள் அக்காலத்தில் கப்பல், படகு போக்குவரத்து சிறந்து விளங்கிமைக்குச் சான்றுகளாய் அமைகின்றன. அழகன்குளம் என்னும் சங்ககாலத் துறைமுகத்தில் நிகழ்த்தப்பெற்ற அகழாய்வில் கிடைத்த கப்பல் உருவம் பொறித்த பானை ஓடுகள் இதற்கு வலுவூட்டுவனவாக அமைகின்றன. இலக்கியங்களில் பண்டைக் காலத்திலிருந்து வழங்கப்பட்டுவரும் படகு, கப்பல் போன்றவைகளைப் பற்றிய செய்திகள் இங்குத் தரப்படுகின்றன.

அம்பி

சங்க இலக்கியங்களில் பெரிதும் குறிப்பிடப்படும் படகு அம்பி ஆகும். நற்றிணை, ஐங்குறுநூறு, பரிபாடல், கலித்தொகை, அகநானூறு, சிலப்பதிகாரம், மணிமேகலை ஆகிய இலக்கியங்களில் அம்பி[9] என்னும் கலத்தைப் பற்றிய குறிப்புகள் காணப்படுகின்றன. இக்கலங்களின் முன்பகுதி யானை, குதிரை, சிங்கம் போன்ற தோற்றங்களுடன் கட்டப்பட்டதால் கரிமுக அம்பி, பரிமுக அம்பி, அரிமுக அம்பி என வழங்கப்பட்டன. இவை மரத்துண்டுகளால் கட்டப்பட்டன என்பதை 'திண்பிணை அம்பி' என இலக்கியங்கள் சுட்டுவதன் மூலம் அறியலாம். பெரும்பாலும் சங்க இலக்கியங்களிலேயே அம்பி என்னும் கலம் குறித்த செய்திகள் காணப்படுகின்றன. கம்பராமாயணத்தில் குகனை ஆயிரம் அம்பிக்கு நாயகன் என கம்பர் சுட்டுகிறார். இப்படகுகள் தற்பொழுது வழக்கிலில்லை. இவ்வகைப் படகுகள் மிகச்சிறியனவாகவும் துடுப்புகளால் இயக்கப்பட்டிருக்கலாமெனவும் அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

புணை அல்லது பிணை

இது மிதவை போன்ற அமைப்பைக் கொண்டதாகலாம். இவ்வகைக் கலங்களில் மரங்கள் பிணைக்கப்பட்டு உருவாக்கப்பட்டதால் புணை அல்லது பிணை என்னும் பெயர் பெற்றிருக்கலாம். இதுவே பின்னர் கட்டுமரம் என்று வழங்கப்பட்டிருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். பிணை என்னும் கலம் குறித்து குறுந்தொகை, கலித்தொகை, அகநானூறு,

மணிமேகலை, சிலப்பதிகாரம் ஆகிய இலக்கியங்கள் குறிப்பிடுகின்றன.

திமில்

அகநானூறு, நற்றிணை, புறநானூறு, பட்டினப்பாலை, குறுந்தொகை, பரிபாடல், சூளாமணி ஆகிய இலக்கியங்கள் திமில் என்னும் கலம் குறித்து பெரிதும் குறிக்கின்றன. இக்கலம் நீண்ட பயணத்திற்கும், கடலில் மீன்பிடிக்கவும் பயன்பட்டுள்ளன. முத்துக்குளிக்க இக் கலங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டதாக அகநானூற்று குறிப்பிடுகிறது. இக்கலங்களின் உருவ அமைப்பை இலக்கியங்கள் யானைக்கு ஒப்பிடுவதால் இக்கலங்கள் அளவில் பெரியனவரக இருந்திருக்க வேண்டும்.

நாவாய்

பாய்மரங்களைக் கொண்ட மிகப்பெரிய கலமாக நாவாய் என்னும் கலத்தை இலங்கியங்கள் சுட்டுகின்றன. இக்கலங்கள் ஆழ்கடலில் பயணம் செய்யப்பயன்பட்டுள்ளன. எனவே இவை மத்தியத் தரைக்கடல் நாடுகளுக்கு செல்லப் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளன எனலாம். இக்கலங்களில் குதிரைகள் மற்றும் பிற பொருட்கள் ரோம நாட்டிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டன என இலங்கியங்கள் குறிப்பிடுகின்றன. சேரன் செங்குட்டுவன் காலத்தில் இவை அயல் நாட்டிலிருந்து பொன்னைக் கொணர்ந்து மிளகு மற்றும் பிற பொருட்களைக் கொண்டு சென்றதாகக் குறிக்கப்பெறுவதால் இக்கலம் நீண்ட பயணத்திற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது என்பதை அறியலாம். அழகன்குளம் அகழாய்வில் கிடைத்த பானை ஓடுகளில் நாவாய் எனப்படும் இவ்வகைக் கலங்களின் உருவம் கீறப்பட்டுள்ளமை இங்குச் சுட்டத்தகுந்தது. இக்கலங்களைச் செலுத்த பாய்மரம் மட்டுமன்றி துடுப்பு, தண்டுகள் ஆகியனவும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன என இலக்கியங்கள் வாயிலாக அறியமுடிகிறது. இக்கப்பலைச் செலுத்துவோரை மீகாமன் என இலக்கியம் சுட்டுகின்றது. இக்கலங்கள் யானைக்கு ஒப்பாகவும், மலைக்கு ஒப்பாகவும் குறிப்பிடப்படுவதால் இது அளவில் மிகப் பெரியனவாக இருந்திருத்தல் வேண்டும். இது நண்டின் உருவம் கொண்டதாகவும் குறிக்கப்படுவதால் பல துடுப்புகளைக்

கொண்ட பெரிய கப்பலாகவும் இதைக் கொள்ளலாம்.

வங்கம்

நாவாய் போன்று வங்கம் என்னும் கலமும் அளவில் மிகப்பெரியதாக இருந்துள்ளது. வங்கம் மற்றும் நாவாய் ஆகியன ஒரே வகைக் கலத்தைக் குறிக்கலாம் என ஆய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர். இக்கலத்திலும் பாய்மரங்கள் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளன. இதைச் செலுத்துவோர் நீகான், நீயான் என வழங்கப்பட்டனர். இக்கலங்கள் பெரும்பாலும் துறைமுகத்தை பின்புலமாகக் . கொண்டு குறிக்கப்படுவதால் இவையும் ஆழ்கடலில் பயணம் செல்பவை எனக்கூறலாம்.

கலம்

கலம் என்பதைக் குழிவான பாத்திரம் எனத் தமிழில் கொள்ளலாம். வடமொழியும் பாத்திரம் அல்லது யானப்பாத்திரம் எனக் கப்பலைச் சுட்டுகிறது. இலக்கியங்கள் கலம் என்னும் படகை மலைக்கு ஒப்பிடுவதால் இது அளவில் மிகப் பெரியதாக இருந்திருத்தல் வேண்டும். இக்கலத்திலும் பொன் கொணர்ந்து மிளகு மற்றும் பிற பொருட்கள் ரோமானிய நாட்டிற்குக் கொண்டு செல்லப்பயன்படுத்தப்பட்டதாக இலக்கியங்கள் குறிப்பிடுகின்றன. துறைமுகப் பகுதியை நெருங்கியவுடன் நதிமுகத்துவாரத்திற்கு இக்கப்பல்கள் செல்லும்போது பாய்கள் இறக்கப்பட்டன என இலக்கியங்கள் குறிப்பிடுகின்றன. இக்கலங்களைக் கட்டுவோர் 'கலம் செய்கம்மியர்' எனப்பட்டனர்.

தோணி

இவை கடற்கரையோரமாக ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை துடுப்புகளால் செலுத்தப் பட்டுள்ளன. அளவில் சிறிய இவ்வகைப் படகுகள் நீண்ட பெரிய மரத்தில் குடையப்பட்டு உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவை கரையோர மீன்பிடித்தலுக்கும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன எனலாம்.

ஓடம்

இவை ஆற்றைக் கடக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அளவில் மிகச்சிறிய இவைபற்றி சங்க இலக்கியங்களில் சில இடங்களிலேயே பேசப்படுகிறது.

படகு

இடைக்காலத்தில் பெரியபுராணத்திலேயே படகு என்னும் சொல் குறிக்கப்படுகிறது. இதை 'படவர்' என்றும் கரையோரத்தில் வசிப்பவர் பயன்படுத்தியதால் 'படகு' என பெயர் பெற்றதென்பர்.

மதலை

குலோத்துங்கன் காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆழ்கடலில் செலுத்தத்தக்க வகையில் அமைந்த கலங்கள் மதலை எனப்பட்டன. இதன் முன்பகுதி அனியம் எனவும் பின்பகுதி ஆரம் எனவும் வழங்கப்பட்டது.

தெப்பம்

இது ஒரு மிதவை வகைக் கலமாகும். இடைக்கால இலக்கியங்கள் சமய உற்சவங்களுக்குத் தெப்பங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டமையைத் தெரிவிக்கின்றன. எனவே இவை குளங்களில் பயன்படுத்தப்பட்டவையாக இருந்திருத்தல் வேண்டும். தெப்பம், தெப்பை என தமிழ் இலக்கியங்கள் இவற்றைச் சுட்டும். தெப்பா, தெப்பே, தர்பா, தப்பா என பிற மொழிகள் இவ்வகைக் கலத்தை சுட்டுகின்றன.

கப்பல்

கப்பல் என்னும் சொல் 17-ஆம் நூற்றாண்டிற்குப் பின்னரே தமிழில் வழங்கப்பட்டுள்ளது. இச்சொல் மலேசியா மொழியிலிருந்து தமிழுக்கு வந்திருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

சோங்கு

இவ்வகைக் கலங்கள் சுறாமீன் வேட்டையாடப் பயன்படுத்தப்பட்டதாக இடைக்கால இலக்கியங்கள் சுட்டுகின்றன. எனவே இவை ஆழ்கடலில் செல்லதக்க வகையில்

உறுதியாக கட்டப்பட்டிருக்கவேண்டும். இவை சீன நாட்டில் பயன்படுத்தப்பட்ட 'ஜூங்' எனும் கப்பல் வகையைச் சார்ந்ததாக இருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

பிறவகைக் கலங்கள்

பஃறி என்னும் கலம் சங்க இலக்கியத்தில் குறிக்கப்படுகிறது. இக்கலத்தில் நெல்லும், உப்பும் கொண்டு செல்லப்பட்டன எனவும் கடற்கரையோரங்களில் இவைப் பயன்படுத்தப்பட்டன எனவும் அறிய முடிகிறது. இக்கலத்தை 'வல்வாய் பஃறி' என இலக்கியம் சுட்டுவதால் திறந்த வாய்பகுதியைக் கொண்ட அமைப்புடன் இது இருந்திருக்க வேண்டும் எனலாம். இக்கலம் தவிர முதுகு, பாரு, பலசம், பானு என்னும் வகைக் கலங்களும் பிற்கால இலக்கியங்களில் சுட்டப்படுகின்றன.

கலங்களின் அமைப்பு

கப்பல்கள் அல்லது கலங்கள் அவை செலுத்தப்படும் நீர்நிலைப் பகுதிகளுக்கேற்ப அவற்றின் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. இதன் அமைப்பை நதியில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள், கரையோரங்களில் பயன்டுத்தப்படும் கலங்கள், ஆழ்கடலில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள் என மூன்று பிரிவாகப் பிரிக்கலாம்.

நதியில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள்

இவை ஆற்றை குறுக்கே கடக்கப் பயன்படுத்தப் படுவதால் நீரின் தள்ளுவிசை பக்க வாட்டிலேயே இருக்கும். எனவே இவை பெரும்பாலும் நீள்வடிவில் இல்லாமல் வட்டவடிவிலேயே இருக்கும். தமிழகத்தில் பண்டைக்காலம் தொட்டு மூங்கிலாலும், விலங்கின் தோல் அல்லது துணியால் செய்யப்பட்ட 'பரிசல்' என்னும் வட்டவடிவப் படகுகள் ஆற்றைக் கடக்கப் பயன்பட்டுள்ளன. இவை நீளமான தண்டுகளாலும், துடுப்புகளாலும் செலுத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றை ஒருவரே தனியாக செலுத்த இயலாது. குறைந்தது இருவர் எதிரெதிரே அமர்ந்து துடுப்பை வலித்துச் செல்வர்.

கரையோரங்களில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள்

இவை அலையை எதிர்த்து நீரைக் கிழித்துச் செல்வனவாக இருத்தல் வேண்டும் என்பதால் இதன் நீளம் கூடுதலாகவும் அகலம் குறைந்துமிருக்கும். இருவர் மற்றும் அதற்குமேற்பட்ட ஒருசிலரே செல்லும் வகையில் இப்படகுகள் இருக்கும். இவற்றில் சிறிதளவே பண்டங்களை ஏற்றிச் செல்ல இயலும் ஆழ்கடலில் உள்ள கப்பல்களில் உள்ள பண்டங்களைக் கரைக்கு கொண்டு வரவும், கரையிலிருந்து கப்பலுக்குக் கொண்டு செல்லவும் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கரையோரங்களில் மீன்பிடிக்கவும் இவை பயன்படுகின்றன. இப்படகுகள் பெரும்பாலும் துடுப்புகளால் இயக்கப்படுவனவாகும். சில சமயங்களில் ஒற்றைப் பாய்மரம் பயன்படுத்தப்படும்.

ஆழ்கடலில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள்

இவை அளவில் மிகப்பெரியனவாக இருக்கும். அதிக அளவிலான பண்டங்களையும், பயணிகளையும் ஏற்றிச் செல்லும் வசதியுடையனவாக இருக்கும். இவை கடலில் அலையை எதிர்த்து நீரைக் கிழித்து எளிதாகச் செல்லும் வகையில் முன்பகுதி குவிந்து அகலம் குறைந்தும் நீளம் மிகுந்துமிருக்கும். இவற்றை செலுத்த ஒன்று அல்லது மூன்று பாய்மரங்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. காற்றில்லாத காலங்களில் அதிக எண்ணிக்கையிலான துடுப்புகள் கொண்டு செலுத்துவதற்கு ஏற்றவகையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கலங்களின் இடதுபுறப்பகுதி துறைமுகப்பக்கம் (Portboard Side) எனவும் வலதுபுறப்பகுதி விண்மீன்பக்கம் (Starboard Side) எனவும் வழங்கப்படுகின்றன. பொதுவாக கப்பல்துறை மேடையை ஒட்டி வலதுபுறத்தில் நிறுத்தப்படும். எனவே கப்பலின் வலதுபுறம் துறைமுகப்பக்கம் என வழங்கப்படுகிறது. இடதுபுறத்தில் கப்பலின் இருப்பிடம் அறியப் பயன்படும் மேடை அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இம்மேடையில் அமர்ந்தே பழங்காலங்களில் விண்மீன்களின் கோணம், காலம் ஆகியவற்றை கணக்கில் கொண்டு கப்பலின் இருப்பிடம், திசை ஆகியன அறியப்பட்டுள்ளன. எனவே கப்பலின் வலப்பகுதி விண்மீன்பக்கம் எனப்பட்டது.

சென்ற நூற்றாண்டில் ஏற்பட்ட அறிவியல் மற்றும்

தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியின் காரணமாக கப்பல் செலுத்தும் நுட்பம் இயந்திரமயமாக்கப்பட்டு அதிக அளவிலான பயணிகளையும், பொருட்களையும் ஏற்றிச்செல்லும் வசதிகள் படைத்த கப்பல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆயினும் மீன்பிடிக்கவும், கடற்கரையோர ஊர்களுக்கு பொருட்களை ஏற்றிச்செல்லவும் இன்றும் கீழ்க்கண்ட மரபுவழிக் கலங்கள் தமிழகப் பகுதியில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தகுந்தது.

மரபு வழிக் கலங்கள்

பழங்காலத்திலிருந்து இன்றுவரை தமிழகக் கடற்பகுதியில் மீன்பிடிக்கவும், பொருள்களை அருகிலுள்ள பிறதுறைமுகங்களுக்கு கொண்டு செல்லவும் மரபுவழிக் கலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தொழில் நுட்ப வளர்ச்சி, மேலை நாட்டினரின் தாக்கம் ஆகியவற்றால் படகு செலுத்துதல், படகு கட்டுதல் ஆகியவற்றின் சில தொழில் நுட்பங்கள் மட்டுமே உட்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. அவ்வாறான மரபு வழிக் கலங்கள் பற்றிய குறிப்புகள் ஆய்வறிஞர்களின் ஆய்வுகளினடிப்படையில் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

கட்டுமரம்

இதனை மரம் என மீனவர்கள் குறிப்பர். நீளமான மரங்களை கயிற்றால் இறுகக்கட்டி மிதவைபோல் பயன்படுத்தப்படுவதால் இது கட்டுமரமெனப்பட்டது. தற்பொழுது தமிழகத்தில் இவை தொழில்நுட்ப அடிப்படையில் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு உருவ வேறுபாடுகள் உண்டு. முதல்வகைக் கட்டுமரத்தில் அதிக வேலைப்பாடுகளற்ற மூன்று நேரான மரங்கள் கயிற்றால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். மரங்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் வட்டமாக இருக்கும். இவ்வகையே மிகப்பழங்காலத்திலிருந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். இரண்டாம் வகைக் கட்டுமரத்தில் ஐந்து மரங்கள் சதுரவடிவில் இணைக்கப்பெற்று கயிற்றால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கட்டுமரத்தின் பின்பகுதி சற்று

விரிந்தும் முன்பகுதி குவிந்துமிருக்கும். தொழில் நுட்பத்தில் உயர்ந்த மூன்றாம் வகைக் கட்டுமரத்தில் நன்கு சதுரமாக்கப் பட்ட ஐந்து மரங்கள் கயிற்றினால் கட்டப்பட்டிருக்கும். இவை கட்டறுந்து போகாமல் இருக்க குறுக்காக மரத்துண்டுகளால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். முதலில் மூன்று நீளமான மரங்களாலும் பின்னர் , இரு புறங்களிலும் சற்று உயர்ந்தாற்போல் இரு மரங்களாலும் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கட்டுமரத்தின் இருபுறங்களிலும் கொம்புகள் கட்டப்பட்டிருக்கும். இக்கட்டுமரத்தின் நடுவில் உள்ள மரம் 'நடு கட்டி' எனவும், பக்கங்களில் உள்ள இருமரங்கள் 'தொரவம்' எனவும் வழங்கப்படுகின்றன.

தெப்பம்

இவை கட்டுமரத்தை ஒத்து காணப்படினும் உருவ வேறுபாடு கொண்டவை. இவ்வகைக் கலம் கட்டுமரம் போன்றே ஆனால் நீளம் குறைந்த ஆறு சதுரமான மரக்கட்டைகளைக் கொண்டது. இவை வடதமிழ்நாட்டு கடற்கரைப்பகுதியில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இது தட்டை வடிவிலிருக்கும்.

தோணி

தோணி தென்னிந்தியா முழுவதும் பயன்படுத்தப்படும் கலமாகும். இது மிகப்பெரிய நீண்ட ஒரே மரத்தில் குடையப் பட்டிருக்கும். இவ்வகைத் தோணிகள் கேரளப் பகுதியில் செய்யப் பட்டுத் தமிழகத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை கேரளாவில் ஒற்றைத்தடி வல்லம் என வழங்கப்படுகின்றன. இவ்வகைக் கலங்கள் தண்டு, துடுப்பு, பாய் ஆகியவற்றால் இயக்கப்படுகின்றன.

மசூலா (அ) கட்டுவல்லம்

இப்படகுகளின் பலகைகள் ஆணிகளால் இணைக்கப்படாமல் கயிறுகளால் தைக்கப்படுகின்றன. அதாவது பலகைகளின் பக்கங்களில் துளைகள் இடப்பட்டு கயிறுகளின் உதவியால் பிணைக்கப்படுகிறது. கட்டுமானத்துளைகள் தார்,

மரப்பிசின் போன்ற பொருட்களால் அடைக்கப்படுகின்றன. இப்படகு மசூலா, கரைமடிவல்லம், பெத்தவலைப் படகு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கு அடிமரம் கிடையாது. தற்காலத்தில் இவ்வகைப் படகுகள் அழிந்து வருகின்றன.

வத்தை, வல்லம்

சில உருவ வேறுபாடுகளைத் தவிர ஒரே மாதிரியாகத் தோற்றமளிப்பவை தமிழகத்தில் கட்டுமரங்களுக்கு அடுத்தப்படியாக மிக அதிகமாகக் காணப்படும் படகுவகை இவையாகும். இப்படகுகளுக்கு அடிமரம் வைக்கப்பட்டு அதன் குறுக்கே பக்கவாட்டில் விலாக்கட்டைகள் அடிக்கப்படும், இவ்விலாக்கட்டைகளின் வெளிப்பகுதியில் பலகைகள் அடிக்கப்படும். இப்படகுகள் பாய்மரத்தின் உதவியால் செலுத்தப்படுகின்றன. தற்பொழுது இயந்திரங்கள் கொண்டு இவை இயக்கப்படுகின்றன.

கன்னத்தோணி

முட்டைவடிவிலான அடிப்பகுதியைக் கொண்ட இப்படகுகள் வல்லம் படகுகளைப் போன்றே இருப்பவை. இப்படகு துடுப்பால் செலுத்தப்படுகிறது.

தூத்துக்குடித் தோணி

இவை அளவில் பெரியவை. தமிழகத்தில் கரையோரப் போக்குவரத்திற்கு பயன்படும் இவை தூத்துக்குடியில் கட்டப்பெறுவதால் தூத்துக்குடித் தோணி எனப் பெயர் பெற்றன. இப்படகிற்கு மூன்று பாய்மரங்கள் உண்டு.

குள்ளா

இவை படகு கவிழாமல் இருக்க தாங்குக் கட்டைகளைக் கொண்டவை. இவை தமிழகத்திலும் இலங்கை பகுதியிலும் பயன்படுத்தப்படும் மிகப்பழைய வகைப்படகுகளாகும். இது யாத்திரைத் தோணி எனவும் வழங்கப்படுகிறது. தமிழகத்தில் கீழக்கரைப் பகுதியில் இவ்வகைப் படகுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கள்ளத்தோணி

கோடிக்கரைப் பகுதியில் பயன்படுத்தப்படும் இவ்வகைத்தோணி சென்ற நூற்றாண்டின் ஆரம்பத் காலத்திலேயே பயன்பாட்டில் இருந்தது.

படகுகளின் பாகங்கள் *(படம் 121)*

அடிமரம் அல்லது ஏரா

மரபுவழிப் படகில் முக்கியமான பகுதி அடிமரம் என்கிற ஏரா ஆகும். இது படகின் முதுகெலும்பாகும். அடிமரத்திலிருந்தே கப்பலின் பிற பாகங்கள் கட்டப்படும். நீளமான, உறுதியான மரத்தாலான இது படகின் கீழ்ப்பகுதியில் இருப்பதோடு நீரின் எதிர்ப்பு விசையைக் குறைத்து நீரைக் கிழித்துச் செல்லும் வகையில் வளைவாக அமைந்திருக்கும், அடிமரத்தின் நீளம் படகின் நீளத்தைப் பொறுத்தது. இம்மரத்தில் படகின் விலாப் பகுதியில் வைக்கப்படும் கட்டைகள் உறுதியாக பொறுத்தப் பட்டிருக்கும். படகின் முன்பகுதியும், பின்பகுதியும் அடிமரத்துடன் நேரடியாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். படகின் உறுதியான கட்டமைப்பு, அடிமரத்தின் உறுதியைப் பொருத்தமையும். எனவே, உறுதியான மரம் அடிமரமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

படகின் முன்பகுதி (அனியம்)

நீரை எளிதாகக் கிழித்துச் செல்லும்படி அமைந்த முன்பகுதி அனியம் எனப்படுகிறது. வளைந்த மரக்கட்டையால் ஆன இது அடிமரத்துடன் இறுக்கமாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் இக்கட்டையுடன் விலாப்பகுதிபோன்று குறுக்குக் கட்டைகள் பொருத்தப்பட்டு உறுதியான மரப்பலகைகள் விலாக்கட்டை களின் புறப்பகுதியில் அடிக்கப்பட்டிருக்கும். முன்பகுதியில் காணப்படும் மரவேலைப்பாடுகள் படகு உரிமையாளரின் பண்பாட்டு மரபிற்கேற்றவாறு செய்யப்பட்டிருக்கும். பண்டைக்காலங்களில் கப்பலின் முன்பகுதியை யானை, குதிரை, மீன், புலி, பறவைகள் போன்று வடிவமைத்திருப்பர். கட்டுமரத்தின் முன்பகுதி அண்டை என வழங்கப்படுகிறது.

படகின் பின் பகுதி (அட்டி)

படகின் அனியப் பகுதி போன்ற உருவ அமைப்புடனே பின்பகுதியும் இருக்கும். இப்பகுதி அட்டி எனவும், பொறத்தலை, பிச்சில் எனப் பலவாறும் வழங்கப்பெறுகிறது. பிச்சில் என்ற சொல் மரக்காயர் என்போரால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. படகின் பின்பகுதியின் உயரம் முன்பகுதியைவிட சற்றுக் குறைந்தும் அகலம் கூடுதலாயும் இருக்கும்.

விலாக் கட்டைகள் (வாங்குகால்)

படகின் அடிமரத்திலிருந்து குறுக்காக இணைக்கப்படும் கட்டைகள். இது பார்வைக்கு மனிதனின், விலா எழும்புகள் போல் தோற்றமளிக்கும். இது U வடிவில் காட்சியளிக்கும். இதற்கு வாங்குகால் எனப்பெயர். இக்கட்டைகளின் குறுக்குவெட்டு சதுரவடிவில் காட்சியளிக்கும். இக்கட்டைகளின் மேல்தான் பலகைகள் அடிக்கப்படும், வாங்குகால்களின் இடைத்தூரம் படகுகளின் நீளத்தைப் பொறுத்து வேறுபடும்.

குறுக்குப் பலகைகள் (கடப்பலகை)

படகு ஓட்டுநர்கள் படகை எளிதாகச் செலுத்த இப்பலகைகள் பயன்படுகின்றன. இது கடப்பலகை எனப்படும். இவை இரு அளவுகளில் தமிழகப் படகுகளில் காணப் படுகின்றன. 5அடி நீளம், 1 அடி அகலத்துடனும், 2 அங்குலம் பருமனுடன் வ்ல்லம் படகுகளிலும், கட்டுமரங்களில் 3அடி நீளம் 1 அடி அகலமுள்ள பலகைகளும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. ஒவ்வோரு படகிலும் மூன்று பலகைகள் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன.

வாரி

படகுகளில் குறுக்காக அடிக்கப்பட்டிருக்கும் பலகைகள் வாரி என வழங்கப்படுகிறது. படகிற்குப் பக்கவாட்டில் உறுதியளிப்பதோடு மீனவர்கள் அமரவும், பணிபுரியவும் இது பயன்படுகிறது.

சுக்கான்

படகை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செலுத்த சுக்கான் பலகைகள் படகின் பின்புறம் நீரில் மூழ்கியபடி இருக்கும். சுக்கான்களின் திசையை மாற்றி வேண்டிய திசையில் படகைச் செலுத்துவர். சுக்கானின் மேல்பகுதி மர உருளையில் இணைக்கப்பட்டு படகை செலுத்துவோர் வேண்டிய திசையில் திரும்பும் அளவிற்குக் கட்டுமானம் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

சமப்படுத்தும் பலகை (கடிசு)

படகு அலைகளால் தலைகீழாகச் சாய்ந்துவிடாமல் இருக்கப் படகிலிருந்து இரு மூங்கில் அல்லது பிற மர உருளையை இணையாகக்கட்டி அவற்றின் மறுமுனையில் ஓரப் பகுதியில் மரக்கட்டை குறுக்காகக் கட்டப்படும். இது உயரமான அலைகளால் படகு கவிழாமல் தடுக்கிறது. இதற்குத் தமிழில் கடிசு எனப் பெயர். கண்ணா எனவும் இதற்குப் பெயருண்டு.

துடுப்பு, தண்டு

படகைப் பாய்மரமின்றி செலுத்த துடுப்புகளும் ஆழமற்றப் பகுதியில் செலுத்த தண்டும் பயன்படுகிறது. துடுப்பின் ஒரு பகுதியில் வாத்தின் கால்களைப் போன்ற அமைப்பில் மரப்பலகைகள் அடிக்கப்பட்டிருக்கும். இத்துடுப்புகளைப் பயன்படுத்திப் படகுகள் செலுத்தப்படும். படகை ஆழமற்ற பகுதிகளில் செலுத்தவும் கடலின் உட்பகுதியில் கட்டுமரங்களைத் தள்ளவும், தண்டு பயன்படுகிறது. இது 15 அடி நீளமுள்ள மூங்கிலால் ஆனது.

பாய்மரம்

படகைக் காற்றின் உதவியுடன் செலுத்தப் பயன்படும் பாயை தாங்கும் மரம் இதுவாகும். இப்பாய்மரம் படகின் அடிமரத்துடன் உறுதியாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். படகின் அளவிற்கேற்றாற்போல் இவற்றின் எண்ணிக்கை ஒன்றிலிருந்து மூன்றுவரை இருக்கும். பாய்மரத்தை சங்க இலக்கியங்கள் கடம்பு எனக் குறிப்பிடுகின்றன. இம்மரத்தில் பாய்கள் தேவையான பல உருவங்களில் கட்டப்பட்டு படகு செலுத்தப்படுகிறது.

பாய்மர நிலைப் பலகைகள்

பாய்மரம் அடிமரத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தாலும் அதை உறுதியாக இணைப்பதற்குப் பாய்மரத்தின் சற்று மேல் பகுதியில் கட்டைகள் அடிக்கப்பட்டு அவை படகின் பக்கங்களில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது இரண்டு அல்லது மூன்று நிலைகளில் படகின் அளவிற்கேற்றாற்போல் உறுதியாக இணைக்கப்படுகிறது.

பாய்

இவை சாய்சதுர வடிவிலோ, முக்கோண வடிவிலோ பாய்மரத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அடிப்பகுதி பாய்மரம் மடங்காமல் இருக்கவும் பாய்மரத்தை சுருட்டிக் கட்டவும் பயன்படுமாறு மரத்துண்டுகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும், இத்துண்டுகள் கயிற்றுடன் இணைக்கப்பட்டு இக்கயிற்றை இழுத்துப் பாயின் திசை தேவைக் கேற்றறாற்போல் மாற்றப்படும், தமிழகத்தில் இவை அதன் உருவம், பயன்பாடு ஆகியவற்றிற்கேற்ப 16 வகைகளில் இது வழங்கப்படுகிறது.

நங்கூரம்

ஆழமற்ற கடல் பகுதியில் படகை ஓரிடத்தில் நிறுத்த நங்கூரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பழங்காலங்களில் இவை கற்களால் செய்யப்பட்டு கயிற்றுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தன. தேவையான இடத்தில் தரையைப் பற்றிக் கொள்ளுமாறு நங்கூரம் இறக்கப்படும். இதற்கு வசதியாக கற்களில் துளையிடப்பட்டு மரத்துண்டுகள் பற்கள் போல் அடிக்கப்பட்டிருக்கும். இப்பற்கள் தரையில் பதிந்து படகை நிறுத்தும். இந்நங்கூரங்கள் பிறகு இரும்பினால் செய்யப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. நங்கூரங்களின் அமைப்பு அது பயன்படுத்தப்படும் கடல் தரையின் நிலவியல் அமைப்பைப் பொறுத்து வேறுபடும்.

படகு கட்டும் மரவகைகள்

தமிழகத்தில் மரபுவழிப் படகுகள் அயினி, தேக்கு,

மா, பூவரசு, வேம்பு, வாகை, கருமருது, அலிப்சா ஆகிய மரங்களினால் கட்டப்படுகின்றன. அயினி, அலிப்சா வகை மரங்கள் கேரளாவில் கிடைக்கின்றன. எனவே படகு கட்டுநர்கள் கேரளாவிலிருந்து இம்மரங்களைக் கொணர்ந்து படகுகளைக் கட்டுகின்றனர். இவற்றை மலபார் மரம் என்று வழங்குகின்றனர். இம்மரங்களில் ஒரே வகையைப் படகின் அனைத்து பாகங்களுக்கும் பயன்படுத்துவதில்லை. தேவைக்கேற்ற மரவகைகளைப் பயன்படுத்தி படகுகள் கட்டப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக தேக்கு படகின் அடிமரமாகவும், அயினி பக்கப் பலகையாகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகை மரங்கள் முதலில் பண்படுத்தப்பட்டு பிறகே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கேரளாவில் அகழாய்வு செய்யப்பட்ட பாய்மரப் படகு

கேரள மாநிலம் ஆலப்புழா மாவட்டம் சேரதலா வட்டம், கடக்கரப்பள்ளி என்னும் சிற்றூரில் 12-15-ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த பாய்மரக் கப்பல் ஒன்று அகழாய்வு செய்யப்பட்டது. கேரள மாநில தொல்லியல் துறையும் பண்பாட்டு ஆய்வு மையமும் இவ்வகழாய்வை 2002-2003-ஆம் ஆண்டில் நிகழ்த்தின.

கடக்கரப்பள்ளி அரபிக்கடலிலிருந்து 1.5கி.மீ கிழக்கிலும், கொச்சி துறைமுகத்திலிருந்து 30 கி.மீ தெற்கிலும் அமைந்துள்ளது. நெல்வயலில் வேலை செய்தபோது அவ்வூர் விவசாயிகளால் இது 1990-ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதையறிந்த கேரளத் தொல்லியல் துறை அகழாய்வை நிகழ்த்தியது. நீர் ஊறும் அப்பகுதியில், அகழாய்வு மிகுந்த இடர்ப்பாடுகளுடன் நிகழ்த்தப்பெற்றது. நீர்வாரி இயந்திரங்களால் நீர் இறைக்கப்பட்டு ஆய்வு செய்யப்பட்டதில், இரட்டைப் பாய்மரக் கூம்பு கொண்ட 18.70மீ நீளம், 4.05மீ அகலமுள்ள படகு வெளிக் கொணரப்பட்டது. இதன் அடிப்பகுதி தட்டையானதாக இருந்தது. இப்படகு இரட்டை அடிப்பகுதி (Hull) களுடன் 11 அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருந்தது. கப்பலின் முன்பகுதி மிகுந்த சேதமடைந்திருந்தது. இதனுடைய முழுநீளம் 21மீ வரை இருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்(படம்-122).

இதன் கட்டுமானமுறை மிகுந்த நுட்பத்துடனும், அப்பகுதியில் உள்ள படகுகள் போலன்றி சற்று வேறுபட்டும் உள்ளது. கப்பலின் அடிப்பகுதியில் இரட்டைப் பலகைகள் அடிக்கப்பட்டும், விலாப்பகுதியில் இரட்டை மரக்கட்டைகள் பொருத்தப்பட்டுமிருந்தன. இவை இரும்பு மற்றும் மர ஆணிகள் கொண்டு இணைக்கப்பட்டிருந்தன. பலகைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதிகள் ஒட்டுப் பொருளால் அடைக்கப்பட்டிருந்தன. கப்பலில் பயன்படுத்தப்பட்ட கயிற்றின் துண்டுகளும் நங்கூரம் போன்ற ஒரு செவ்வக வடிவக் கல் ஒன்றும் அகழாய்வில் எடுக்கப்பட்டன. இப்படகிற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட மரம் இப்பகுதியில் கிடைப்பதால் இது கேரளாவில் கட்டப்பட்ட படகு எனலாம். இவ்வகழாய்வில் எடுக்கப்பட்ட மரத்துண்டுகளின் காலத்தை நிர்ணயிக்க அறிவியல் சோதனைகள் செய்யப்பட்டன. இம்மரத்துண்டு சுமார் 1000 ஆண்டுகளுக்கு முந்தியது எனவும். மரத்தின் காலம் 200 ஆண்டுகள் எனவும் கணக்கில் கொண்டால் 12-15-ஆம் நூற்றாண்டுகளில் இப்படகு பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கலாம் எனவும் கருதப்படுகிறது.

பாய்மரப் படகு எவ்வாறு தரைக்கு வந்திருக்கக்கூடும் என்பதற்கான தெளிவான சான்றுகள் இல்லையெனினும், கடலில் தரை தட்டியோ, பெரும்புயலானது கரைக்கு இப்படகைத் தள்ளியோ இருக்கலாம். காலப்போக்கில் அப்பகுதி விளைநிலமாக மாறியிருக்கலாம் என அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். இப்படகு எதற்காகப் பயன்பட்டது என்பது கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. தட்டையான அடிப்பகுதியுள்ள படகுகள் கடற் பயணத்திற்கு ஏற்றதல்ல என்பதால் இது கடற்கரையோரப் பயன்பாட்டிற்கு உரியது எனலாம். இந்தியாவில் முதன்முதலில் அறிவியல் முறையில் அகழாய்வு செய்யப்பட்டது இப்படகே ஆகும். இப்படகு பற்றிய ஆய்வுகள் மேலும் நிகழ்த்தப்பெற்று வருகின்றன.

பிற்சேர்க்கை

தொல்லியல் காலக்கணிப்பு முறைகள்

நில அகழாய்வு மற்றும் கடலகழாய்வில் கிடைக்கும் பொருட்களைக்கொண்டு அப்பொருளின் காலத்தைக் கணிக்கப் பலவகையான அறிவியல் முறை ஆய்வுகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. நில அகழாய்வில் கிடைக்கும் பொருட்களின் தன்மையும் நீரகழாய்வில் கிடைக்கும் பொருட்களின் தன்மையும் வேறுபடுவனவாக இருப்பினும் காலக்கணிப்பு முறைகள் பெரும்பாலும் மாறுபடுவதில்லை. சூழல் வேறுபட்டினால் நீரில் மூழ்கியிருந்த பொருட்களைக் காலக்கணிப்பிற்கு சேமிக்கும் முறை சற்றே வேறுபடும். நீரில் மூழ்கிய பொருட்களைப் பொருட்களின் உருவம், அமைப்பு, தன்மை ஆகியன கொண்டு அப்பொருளின் காலத்தை ஓரளவிற்கு கணிக்க இயலும். மேலும் கப்பல் கட்டிய தொழில் நுட்பம் மற்றும் பொருட்களின் மீது காணப்படும் எழுத்துக்களின் தன்மை ஆகியன கொண்டும் பொருளின் காலத்தைக் கணிக்கலாம். இவ்வியல் நில மற்றும் நீரகழாய்வில் பயன்படுத்தப்படும் முக்கியமான காலக்கணிப்பு முறைகளைப் பற்றிக் கூறுகிறது.

வரலாற்றுக்கு முந்தைய காலங்களில், மனிதர்கள் வாழ்ந்து விட்டுச்சென்ற பண்பாட்டு எச்சங்களான வாழ்விடங்கள், ஈமச்சின்னங்கள் போன்றவற்றில் கிடைக்கும் தொல்பொருட்கள், மூழ்கிய கப்பல்களில் கிடைக்கும் தொல்பொருட்கள், அவை கிட்டும் மண்ணடுக்குகளின் அமைப்பு ஆகியனவற்றைக் கொண்டு காலக்கணிப்பு செய்வது

தொல்லியல் காலக் கணிப்பாகும். தொல்லியல் காலக் கணிப்பை நேரடியாக கணித்துவிட இயலாது. சில நேரங்களில் மண்ணடுக்குகள் காலக் கணிப்பைச் செய்யப் பயன்படும். சில வேளைகளில் தொல்பொருட்களின் வகைகள் காலக் கணிப்பு செய்யப் பயன்படும். மேலும் சில வேளைகளில் தொல்பொருட்களின் அறிவியல்கூடச் சோதனைகள் காலக்கணிப்பு செய்ய உதவும். இம்மூன்று முறைகளையும் தொடர்புபடுத்தியோ, அல்லது ஏதேனும் இருமுறைகளைத் தொடர்புபடுத்தியோ காலக்கணிப்பு செய்யப் பெறுகிறது. இம் மூன்று முறைகள்ளயும் தொடர்புபடுத்தி காலக் கணிப்பு செய்ய இயலாது என்னும் நிலையில் அகழாய்வின்போது ஏதேனும் ஒரு முறையில் காலக் கணிப்பு செய்யப்பெறுகிறது. மண்ணடுக்குகள் அல்லது தொல்பொருட்கள் வாயிலாக காலக்கணிப்பு செய்யும் முறையை மரபுவழிக் காலக்கணிப்பு என்றும் தொல் பொருட்களை அறிவியற்சோதனைகளுக்கு உட்படுத்தி காலம் கணிப்பதற்கு செய்யும் முறையை அறிவியல் முறைக் காலக்கணிப்பு என்றும் இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அ) மரபுவழிக் காலக்கணிப்பு

1. தொல்பொருட்களின் வகைகள் கொண்டு காலம் கணித்தல்

'19-ஆம் நூற்றாண்டில் பெரும்பாலும் தொல்பொருட்களின் முக்கியத்துவம் கருதியே அகழாய்வுகள் நிகழ்த்தப் பெற்றதால் இவை அகழாய்வு நெறியுடன் செய்யப்பெறவில்லை. இருப்பினும் ஓரிடத்தில் கிடைத்த தொல்பொருட்களை அதேபோன்று வேறு இடங்களில் கிடைத்த தொல்பொருட்களுடன் தொடர்புபடுத்தி கால கணிப்பு செய்யப் பெற்றது. இம்முறையிலேயே திருநெல்வேலி அருகேயுள்ள ஆதிச்சநல்லூர் என்னுமிடத்தில் இருபதுகளில் (1920-29) அலெக்ஸாண்டர் ரீ என்பவரால் அகழாய்வு நிகழ்த்தப் பெற்றது. அங்கு கிடைத்த இரும்பு, வெண்கலத் தொல் பொருட்கள் இந்தியாவில் பிற இடங்களில் கிடைத்த இரும்புக்காலத் தொல்பொருட்களுக்கு இணையானதாகக் கருதி அப்பகுதியை

இரும்புக்கால வாழ்விடமாகக் கணிக்கப் பெற்றது. இம்முறை காலக்கணிப்பில் தொல்பொருட்களின் அமைப்பு வேறுபாடு, வாழ்க்கை முறையின் படிப்படியான மாற்றங்களை அறிய இயலவில்லை. எனவே நெறியுடன் செய்யப்பெற்ற அகழாய்வுகளில் மண்ணடுக்குகளின் அமைப்பை ஆய்ந்து அவற்றின் கால நிர்ணயம் செய்யப்பெற்றது.

2. மண்ணடுக்கு அமைப்பு காலக் கணிப்பு

பழங்கால மனிதர்கள் பயன்படுத்திய பானை ஓடுகள் மரத்தாலான பொருட்கள், உலோகத்தாலான பொருட்கள் ஆகியனவற்றையும், அவற்றின் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியின் அடிப்படையிலான வேறுபாடுகளைக் கொண்டும் காலக் கணிப்பு செய்யப்படுகிறது. பொதுவாக மனிதனின் வாழ்விடத்தில் காணப்படும் மண்ணின் நிறம் அவனுடைய வாழ்க்கை முறை, சுற்றுப்புறச்சூழல் பொறுத்து அமையும். இவற்றில் மாற்றம் ஏற்படும்போது, வாழ்விடத்தில் காணப்படும் மண்ணின் தன்மை முந்தைய காலத்தில் காணப்படும் மண்ணின் தன்மையினின்றும் வேறுபடும். தொடர்ந்து ஓரிடத்தில் மனிதர்கள் வாழ்ந்து வரும்பொழுது அவர்கள் வாழ்க்கை முறையில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளைப் பொறுத்தும் மண்ணின் தன்மை, நிறம் ஆகியன மாறுபடும். இம்மாறுபாடு மண் அடுக்குகளாக உருவாகும். இம்மண்ணடுக்குகளின் மொத்தக்கூறாக மண்மேடுகள் உருவாகும். இம்மண்மேடுகளின் உயரம், அளவு இடத்திற்கிடம் அப்பகுதியில் காணப்படும் நிலவியல் தன்மைக்கேற்ப வேறுபடும்.

இவ்வாழ்விடங்களில் அகழாய்வு செய்யும்போது அகழாய்வுக் குழிகளின் பக்கச் சுவர்களில் மண்ணடுக்குகளின் தோற்றம் காணப்படும். இவற்றுள் அகழாய்வுக்குழியின் அடிப்பகுதியைச் சார்ந்த அடுக்கு காலத்தால் முற்பட்டது. அதன் மேலுள்ள அடுக்கு கீழுள்ள அடுக்கைவிட காலத்தால் பிந்தையது ஆகும். மேலும் ஒவ்வொரு மண்ணடுக்கிலும் கிடைக்கும் தொல்பொருட்களின் தன்மையும் வேறுபடும். சில இடங்களில் குறிப்பிட்ட தொல்பொருள் பல மண்ணடுக்குகளில் தொடர்ந்து கிடைக்கும். இது அத்தொல்பொருளின் தொடர்நிலைப் பயன்பாட்டைக் குறிக்கும்.

ஒவ்வொரு மண்ணடுக்கின் உயரமும் ஒரு குறிப்பிட்ட சமுதாய வாழ்வின் கால அளவைப் பொறுத்து வேறுபடும் (படம் 123) இம்மண்ணடுக்குகளின் உயரத்தைக் கொண்டு கால அளவைக் கணிப்பது எளிதல்ல. அகழாய்வில் தேர்ச்சி பெற்ற ஒருவரே இக்கணிப்பைச் செய்ய இயலும். மேலும் மண்ணடுக்குகளில் கிடைக்கும் பானை ஓடுகள், சுடுமண் பொம்மைகள், மரத்தாலான பொருட்கள், உலோகப் பொருட்கள், உலோக உருக்கு உலைகள் மற்றும் பிற தொழில் கருவிகள் ஆகியனவை கொண்டும் அம்மண்ணடுக்கின் காலத்தைக் கணிக்க இயலும்.

தொல்லியல் அகழாய்வின் ஆரம்பக் காலங்களில் தொல்பொருட்களின் அமைப்பைக் கொண்டு காலக் கணிப்பு செய்யப் பெற்றது. பின்னர் மண்ணடுக்குகளின் அமைப்பைக் கொண்டும், அவற்றில் கிட்டிய தொல்பொருட்களைக் கொண்டும் காலக் கணிப்பு செய்யப் பெற்றது. 1950-ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு ஆய்வுக்கூடங்களில் அறிவியற் கோட்பாடுகளைக் கருத்திற் கொண்டு தொல்பொருட்களின் கால அளவு ஓரளவிற்கு தோராயமாகக் கணக்கிட இயன்றது. இதன்பின்னர் காலக் கணிப்பைக் கொண்டு மண்ணடுக்களின் காலவரையறை செய்யும் முறை எளிதானது. வீலர் இம்முறை காலக்கணிப்பை இந்தியாவில் முதன் முதலில் கர்நாடகாவிலுள்ள, பிரம்மகிரியிலும், பாண்டிச்சேரியிலுள்ள அரிக்கமேட்டிலும் பயன்படுத்தினார் (படம் 124).

ஆ. அறிவியல் முறை காலக்கணிப்பு

அகழாய்வில் கிடைக்கும் தொல்பொருட்களை அறிவியற்கூடங்களில் ஆய்வு செய்யும் முறைகளில் முக்கியமானவைகளாகக் கீழ்க்கண்ட முறைகளைக் கூறலாம்.

1) கார்பன் 14 கதிரியக்க காலக்கணிப்பு முறை (Carbon 14 Dating - C^{14}), 2) வெப்ப ஒளி அளவீட்டுக் காலக்கணிப்புமுறை (Thermo Luminescence Dating Method), 3) தொல் காந்தப்புல அளவீட்டுக் காலக்கணிப்பு முறை (Archaeomagnetic Dating Method), 4) மரவளைய கணக்கீட்டு காலக் கணிப்பு முறை (Dendrochronology). தொல்பொருளின் வகைக்கேற்ப ஏதேனும் ஒருமுறையில் காலக்கணிப்பு செய்யப்படுகிறது.

1. கார்பன் 14 கதிரியக்க காலக்கணிப்பு முறை (Carbon 14 Dating-C^{14})

பொதுவாக கனிமங்களின் கருவிலுள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை, எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையுடன் ஒத்திருக்கும். எடுத்துக்' காட்டாக நைட்ரஜன் அணு மூலக்கூறு ஒன்றில்(N_2) 14 புரோட்டான்களும், 14 எலக்ட்ரான்களும், 12 நியூட்ரான்களும் இருக்கும். கார்பன் அணு மூலக்கூறு(C_2) ஒன்றில் 12 புரோட்டான்களும், 12 எலக்ட்ரான்களும், 12 நியூட்ரான்களும் இருக்கும் (படம் 125).

பூமியின் வளிமண்டலத்தில் விண்வெளிக் கதிர்கள் நுழையும்போது மின்னேற்றம் அற்ற நியூட்ரான்கள் உருவாகின்றன. இவை வளிமண்டலத்தில் உள்ள அணுக்களின் உட்புறத்தில் புகுந்து அணுக்களில் படிமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. விண்கதிர்கள் பூமியை நோக்கி வரும்போது ஒரு சதுர செமீக்கு, ஒரு வினாடிக்கு இரண்டு நியூட்ரான்களை உருவாக்குகின்றன. இந்நியூட்ரான்கள் நைட்ரஜன் அணுவின் உட்பகுதியில் புகுந்து இரண்டு புரோட்டான்களை வெளியேற்றுவதால் கார்பன் 14 என்ற ஐசோடோப்பு உருவாகிறது. இது கதிரியக்க சக்தி கொண்டது. இக்கார்பன் 14 உயிருள்ள தாவரங்கள், விலங்கினங்கள், மனிதன் ஆகியோரால் வெவ்வேறு வகையில் உட்கொள்ளப்படுகிறது. இக்கதிரியக்க கார்பன் 14 ஐசோடோப்பு பீட்டா கதிர்களை வெளியிட்டு திரும்ப நைட்ரஜன் மூலக்கூறாக மாறுகிறது. உயிருள்ள பொருட்கள் உட்கொள்ளும் கார்பன் 14 அளவும் வெளியேறும் கார்பன் 14ன் அளவும் ஒன்றாக இருக்கும். அவ்வுயிரினம் இறந்தபின் அவ்வுடலில் கார்பன் 14 சேர்வது நின்று இதுவரை உடலில் சேமிக்கப்பட்ட கார்பன் 14 ஐசோடோப்பு பீட்டா கதிர்களாக வெளியேறும். ஒரு உயிரினம் இறந்தபின் அதன் உடலிலிருந்து ஒரு கிராமுக்கு, ஒரு நிமிடத்தில் 15 கதிர்களை வெளியிடும்.

பீட்டா கதிர்களின் பாதியளவு வெளியேற தோராயமாக 5730 வருடங்கள் ஆகும். அதாவது ஒரு கிராம் பொருளிலிருந்து

15 கதிர்கள் வெளியேற இரண்டு நிமிடமாகும். மேலும் 5730 வருடங்களில் கழிந்து 15 கதிர்கள் வெளியேற நான்கு நிமிடங்களாகும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு 5730 வருடங்கள் கழிந்தபின் 15 கதிர்கள் வெளியேற முந்தைய அளவைவிட இரண்டு மடங்கு காலம் அதிகமாகும். இதுபோன்று இறந்த அனைத்து உயிரினங்களிலிருந்து கார்பன் 14 ஐசோடோப்பு பீட்டா கதிர்களை வெளியனுப்புகிறது. அகழாய்வில் கிடைக்கும் மரம், கரி, எலும்புப் பொருட்கள் ஆகியனவற்றில் வெளியேறும் பீட்டா கதிர்களை ஆய்வுக்கூடத்தில் அளவிட்டால் அப்பொருளின் இறந்த ஆண்டை கணிக்க இயலும். இம்முறையில் இன்றிலிருந்து சுமார் 50,000 ஆண்டிற்கு முன்னர் உருவான தொல் பொருட்களின் காலத்தை அறியலாம்.

கார்பன் 14 காலக் கணிப்பு முறையை வில்லியர்ட் லிப்பி (W. Libby) என்பவர் 1948-ஆம் ஆண்டு கண்டறிந்தார். இந்தியாவில் கார்பன் 14 காலக் கணிப்பு முறையை லக்னோவிலுள்ள பீர்பால் சஹானி இன்ஸ்டிடியூட் ஆப் பேலியோ பாட்டனி (Birbal Sahani Institute of Palaeobotany) மற்றும் அஹமதாபாத்திலுள்ள இயற்பியல் ஆய்வு நிறுவனம் (Physical Research Laboratory) ஆகிய ஆய்வுக் கூடங்களில் செய்ய இயலும்.

கால நிர்ணயம் செய்தல்

தொல் பொருள் மாதிரியை ஆய்வுக் கூடங்களுக்கு அனுப்பி காலக்கணிப்பைப் பெறும்போது ஆய்வுக்கூடங்களில் தரும் காலம் தற்காலத்திலிருந்து எவ்வளவு முற்பட்டது (Before Present-BP) என்றே அளிப்பார்கள். எடுத்துக்காட்டாக 5700 ± 100 (BP) என சோதனை முடிவில் வந்தால் அத் தொல்பொருள் ஆய்வு செய்யப்பட்ட ஆண்டிலிருந்து 5600-5800 வருடங்களுக்கு இடைப்பட்ட காலத்தைச் சார்ந்தது என்னும் பொருளாகும். அதை கிறித்துவ ஆண்டாக மாற்றும்போது தற்போதைய ஆண்டைக் கழிக்கவேண்டும். 5600 தற்போதைய ஆண்டு (2000) மற்றும் 5800 தற்போதைய ஆண்டு கணக்கிட்டால் அத்தொல்பொருள் கி.மு.3800 லிருந்து 3600 ஆண்டிற்குட்பட்டது எனக் கணக்கிட வேண்டும்.

ஆய்வுக்கூடத்திலிருந்து வரும் காலம் கிறித்துவ சகாப்தத்தில் இவ்வாண்டைவிட குறைவாக இருந்தால் அவ்வாண்டை கிறித்துவ சகாப்தத்திலிருந்து கழிக்க வேண்டும். காட்டாக ஆய்வுக்கூடத்தில் தொல்பொருளின் காலம் 900 ± 20 எனக் கண்டுபிடித்தால் தொல்பொருள் 2000-900 = கி.பி. 1100± 20 ஆண்டைச் சார்ந்தது எனக் ணிக்கலாம். அதாவது கி.பி. 1080லிருந்து 1120 ஆண்டிற்குட்பட்டது எனக் கணக்கிடலாம்.

காலக்கணிப்பிற்கான தொல்பொருள் மாதிரி எடுத்தல்

ஆய்வுக் கூடத்திற்கு அனுப்பப்படும் தொல்பொருள் மிகவும் கருத்துடன் கையாளப்படவேண்டும். தொல்பொருள் மாதிரியில் கண்ணாடி அல்லது உலோகப்பொருள் தவிர வேறு எதுவும் படக்கூடாது. காட்டாக கையால் தொல்பொருளை எடுக்கக்கூடாது. தொல்பொருளை எடுக்கும் கருவிகளும் அடைப்பான்களும் மாசற்று இருக்கவேண்டும். இவற்றில் கரிமப் பொருட்களோ, வழுவழுப்பான பிற எண்ணைப் பொருட்களோ படக்கூடாது. தொல்பொருள் மாதிரிகள் சுத்தம் செய்யப்பட்ட உலோகக் கரண்டிகளைக் (Stainless Steel) கொண்டு எடுக்கப்பட்டு, புதிய அலுமனியத் தாள்களில் வைத்து மூடப்படவேண்டும். தொல்பொருளின் அளவு பெரியதாக இருந்து ஒருபகுதியை மட்டும் காலக் கணிப்பிற்கு அனுப்பும்போது சுத்தமான கருவியைக் கொண்டே அவற்றை வெட்டவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக பெரிய மரத்தின் ஒரு பகுதியை துண்டாக்கி அனுப்ப வேண்டுமெனில் சுத்தமான கத்திகளைப் பயன்படுத்தி வெட்டி எடுத்த மாதிரியை அலுமினிய தாள்கள் (Alluminium foil) வைத்து காற்றுபுகாதபடி மூடி ஆய்வுக்கூடங்களுக்கு அனுப்பவேண்டும். தொல்பொருள் கிடைத்த இடம், மற்றும் பிற குறிப்புகளை அட்டையில் செய்து இணைக்க வேண்டும்.

தொல்பொருள் வகைகள்

மரக்கரி,மரத்துண்டு, யானைத் தந்தம், கார்பன் கலந்த இரும்பு, தூள்கரி, காகிதம், தோல் பொருட்கள், துணி,

மிருகங்களின் எச்சங்கள், எலும்புகள், இலைகள், பூக்களின் மகரந்தம், பழக் கொட்டைகள், கரிமம் கலந்த மண், கரிமம் கலந்த மண்பானை ஓடுகள், கூரை, சுவர் பூச்சுப் பொருட்கள், பழங்கால மனித குகை வாழ்விடங்களின் கூரையில் ஒட்டியிருக்கும் கரி ஆகியவற்றை கொண்டு கார்பன் 14 காலக்கணிப்பு செய்யலாம்.

தமிழகத்தில் கார்பன் 14 பகுப்பாய்வு செய்துள்ள இடங்கள்

1) தமிழ்ப்பல்கலைக்கழகம் கொடுமணல் என்னும் சங்ககால நகரத்தில் நிகழ்த்திய அகழாய்வில் கிட்டிய கரித்துண்டு இவ்வாய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டு இதன் காலம் கி.மு. 3-ஆம் நூற்றாண்டு எனக் கண்டுபிடுக்கப்பட்டது.

2) இந்தியத் தொல்லியல் துறை காவிரிப்பூம்பட்டினத்தில் நிகழ்த்திய அகழாய்வில் பழைய படகுதுறை அருகே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மரத்துண்டு இக்காலக் கணிப்பிற்கு உட்படுத்தப்பட்டது. இதன் காலமும் கி.மு. 3-ஆம் நூற்றாண்டு எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

காலக்கணிப்பிற்குத் தேவையான தொல்பொருட்களின் குறைந்தபட்ச எடை

பொருள்	தேவையான எடை, கிராம்.
மரக்கரி	8.12
மரத்துண்டு	10-30
சோழிகள் (கார்பன் அதிகம் கலந்தது)	30-100
எலும்புத் துண்டுகள்	100-500
இரும்பு (உருக்கு)	100-150
இரும்பு (ஸ்டீல்)	300-500
வார்ப்பிரும்பு	1000-2000
கரித்தூள்	10-25
யானைத்தந்தம்	50

2. வெப்ப ஒளி அளவிட்டுக் காலக்கணிப்பு முறை (Thermo Luminescence Dating Method)

கதிரியக்கம் சக்தி கொண்ட மணல் துகள்கள் ஆல்பா, பீட்டா, காமா கதிர்களை குறிப்பிட்ட அளவிற்கு வெளியேற்றிக் கொண்டேயிருப்பனவாகும். இவற்றுள் சில கதிரியக்கங்கள் மணற்படிமங்களுள் உள்ள இடைவெளியில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. இம்மணல் துகள்களில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கதிரியக்க கதிர்கள், மணல் துகளை சுமார் 700°C வரை வெப்பப்படுத்தும் போது வெப்பத் தன்மைக்கேற்ப ஆல்பா, பீட்டா, காமா கதிர்கள் ஒளியாக அனைத்து கதிர்களும் வெளியேறுகின்றன. இதற்கு வெப்ப ஒளி எனப்படும். இவற்றை அளவீடு செய்ய இயலும். ஒருமுறை 700°C வரை வெப்பப்படுத்தப்பட்ட மணல் துகள்களில் அனைத்து கதிர்களும் வெளியேற்றப்படும். பின்னர் மணல் துகளின் இடைவெளியில் புதிய கதிர்கள் தொடர்ந்து சேகரிக்கப்படுகின்றன.

மண்பானை செய்யப் பயன்படும் களிமண்ணில் கதிரியக்கத் தன்மை கொண்ட மணல் துகள்களும் இருக்கும். களிமண் பானையை சூடுபடுத்தும்போது அப்பானையிலுள்ள மண் துகள்களிலுள்ள அதுவரை சேமிக்கப்பட்ட கதிரியக்கங்கள் ஒளியாக வெளியேறிவிடும். மண்பானையைச் சூளையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டபோது அப்பானையிலுள்ள மண், மணல் துகள்களில், எவ்வித கதிரியக்கக் கதிர்களும் இருக்காது. ஆனால் காலப்போக்கில் அம்மணல் துகளிலுள்ள கதிரியக்கக் கதிர்கள் அதன்படிம இடைவெளிகளிலேயே சேகரிக்கப் படுகின்றன (படம் 126).

அகழாய்வு செய்யும்போது கிடைக்கும் மட்பாண்டங்களை மீண்டும் 750°C வரை வெப்பப்படுத்தப்படும் போது மட்பாண்டம் உருவாக்கப்பட்ட நாளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட ஆல்பா, பீட்டா, காமா கதிர்கள் ஒளியாக வெளியேறும். இவற்றைக் கணக்கிட்டால் எத்தனை ஆண்டுகளாக இக்கதிர்கள் சேகரிக்கப்பட்டன என்பதைக் கணக்கிடலாம். மட்பாண்டம் மண்ணில் புதைந்தபின் மண்பாண்டத்திற்கு அருகிலுள்ள பிற மணல் துகள்களில் வெளிப்படும்

கதிர்வீச்சுகளும் மண்பாண்டச் சில்லுகளுக்குள் நுழைந்து சேமிக்கப்படும் வாய்ப்பும் உண்டு. பீட்டா, காமா கதிர்களின் அலை நீளம் அதிகம் என்பதால் அவை மண்பாண்டச் சில்லுகளிலிருந்து பெரும்பாலும் வெளியேறும். ஆனால் ஆல்பா கதிர்களின் அலை நீளம் 50 மைக்ரான்களே என்பதால் அவை மட்டும் உள்ளேயே சேமிக்கப்படும். எனவே இவ் அளவீட்டு முறைக்கு ஆல்பா கதிர்களால் ஏற்படும் ஒளியே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்மட்பாண்ட சில்லுகள் பூமிக்கு அடியில் 1.5 மீட்டருக்கு கீழ் இருந்தால் கணிக்கப்படும் கால அளவு துல்லியமாக இருக்கும். இம்முறையில் இன்றிலிருந்த 10,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்து உருவான தொல் பொருட்களின் காலத்தைக் கணிக்கலாம். இம்முறையில் பானையோடுகள், சுடப்பட்ட களிமண், சுடுமண் பொம்மைகள், செங்கற்கள், சூலைகள், உலைகள், அடுப்புகள் ஆகியவற்றின் காலத்தைக் கணிக்கலாம். தமிழகத்தில் இம்முறையில் காலக்கணிப்பு இதுவரை பயன்படுத்தப்படவில்லை. ஆனால் இந்தியாவில் பிறபகுதிகளில் தற்பொழுது அதிக அளவில் தொல்பொருள் காலக்கணிப்பிற்காக இம்முறை பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

3. தொல் காந்தப்புல அளவீட்டு காலக்கணிப்பு முறை (Archaeo-magnetic Dating Method)

புவியில் காந்தப்புலங்கள் தெற்கிலிருந்து வடக்கு நோக்கி செல்பவை. ஒரு காந்த ஊசியை நூலில் தொங்க விட்டால் அதன் ஒருமுனை வடக்கு நோக்கி நிற்கும். நிலத்திலுள்ள காந்தத் துகள்களில் ஏற்படும் காந்தச்சக்தி இடத்திற்கிடம் வேறுபடும். மேலும் ஒரே இடத்தில் கூட காந்தச்சக்தி மற்றும் அதன் வடபுலம் ஆண்டாண்டுக்கு மாறுபடும். இக் காந்த துகள்களின் விசையால் காந்த ஊசி சரியான வடக்குத் திசையைக் காட்டாமல் சற்றே இடது அல்லது வலதுபுறம் நோக்கி நிற்கும். எனவே, காந்த ஊசி காட்டும் வடக்குத் திசையில் நேராக இல்லாமல் சிறு மாற்றதுடன் காட்டும். இது காந்தப்புல வேறுபாடு (Magnetic Variation) எனப்படும். இது இடத்திற்கிடம் ஆண்டிற்கு ஆண்டு வேறுபடும். பழங்காலத்திலிருந்து ஒவ்வொரு இடத்திற்கும்

ஏற்பட்ட காந்தப்புல சக்தியின் அளவு மற்றும் திசை வேறுபாடுகளை அறிவியலார் கணித்துள்ளனர்.

மனிதன் தனக்குத் தேவையான இரும்புக் கருவிகளை இரும்புத்தாது கொண்டு உருக்கி எடுப்பான். இரும்புத் தாதிலுள்ள காந்தத்துகள் இயற்கை நிகழ்வின் காரணமாக வெவ்வேறு திசையில் இருக்கும். இத்தாது சுமார் 700°C வெப்பப்படுத்தப்படும்போது திரவ நிலைக்கு வருவதால் காந்தத் துகள்களின் முனைகள் அனைத்தும் அப்போதுள்ள காந்தப்புல வடக்கு நோக்கித் திரும்பும் (படம் 127). அவ்வுலையில் இரும்புத்தாது குளிரூட்டப்படும்போது இத்துகள்கள் அக்காலத்தில் இருந்த காந்தப்புலத்தை நோக்கி திரும்பி உறைந்து இருக்கும். இக்காந்தத் துகள்களின் புலம் மாறாமல் இருக்கும். ஆனால் நாளடைவில் இந்நிலப்பகுதியில் உள்ள காந்தப்புலம் மாறுபட்டிருக்கும். அவ்வுலையில் ஒட்டியுள்ள இரும்புக் காந்தத் துகள்கள் தற்பொழுது கண்டுபிடிக்கப்பட்டால், ஆய்வுக்கூடத்தில் சோதனை செய்து கண்டுபிடிக்கப்படும் காந்தப்புல வேறுபாட்டை, ஏற்கெனவே அறிந்திருக்கும் காந்தப்புல வேறுபாட்டுடன் ஒப்பிட்டு அவ்வுலையின் காலத்தைக் கணிக்கலாம். இக்காலக் கணிப்பில் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்பெறும் தொல் பொருட்கள்,

1. இரும்பு உலையின் விளிம்பு பகுதிகள்
2. அதிக வெப்பத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்ட செங்கற் சூளைகள்

மாதிரி எடுத்தல்

தொல் காந்தப்புல ஆய்வு அறிஞர் ஒருவரைக் கொண்டே இப்பொருட்கள் அகழ்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். ஏனெனில் சிறு அசைவுகளும் காலக் கணிப்பில் மாற்றம் ஏற்படுத்திவிடும்.

இம்முறையில் இன்றிலிருந்த 40,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்து உருவான தொல் பொருட்களின் காலத்தைக் கணிக்கலாம். தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் நிகழ்த்திய கொடுமணல் அகழாய்வில் கிட்டிய இரும்பு உலையில் காணப்பட்ட

பொருட்கள் இக்காலக்கணிப்பு முறையில் கி.மு.3-ஆம் நூற்றாண்டை சார்ந்தவையாக, அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழக ஆய்வுக் கூடத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

4) மரவளைய கணக்கீட்டு காலக்கணிப்பு முறை

தொல்லியல் அகழாய்வில் கிடைக்கும் மரத்துண்டுகளில் காணப்பெறும் மரவளையங்களின் தோற்றத்தையும் எண்ணிக்கையையும் கொண்டு அம்மரப்பொருளின் காலத்தைக் கணிப்பது மரவளையக் கணக்கீட்டு காலக்கணிப்பு முறையாகும்.

மரங்கள் வளர்ச்சியுறும்போது ஒவ்வொரு ஆண்டும் மரத்தின் வெளிப்புறச் சுவர்களுக்கு ஒரு புதிய வளையம் உருவாகும். இவ்வளையத்தின் பருமன், நிறம், அவ்வாண்டின் மழை, தட்ப வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து மாறுபடும். மழை அதிகம் உள்ள ஆண்டில் வளையத்தின் அளவு கூடியும் வறண்ட ஆண்டுகளில் குறைந்துமிருக்கும். மழை, தட்ப வெப்ப நிலை ஆகியன ஒரு பகுதியில் மாறிக்கொண்டே இருப்பதனால் வள்ளயங்களின் தன்மை, ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த மரங்களுக்கு ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக மேற்கு மலைத் தொடர் பகுதியில் சில ஆண்டுகளே ஆன மரத்தின் வளையங்கள் அங்குப் பல நூறு ஆண்டுகள் கடந்த மரங்களின் வெளிப்புற வளையங்களின் தன்மையை ஒத்திருக்கும். இப்பழைய மரத்தின் உட்புற வளையங்கள் அதற்கும் முன்னால் பயன்படுத்தப்பட்ட பல நூற்றாண்டுகள் வாழ்ந்த மரத்தின் வெளிப்புற வளையங்களுடன் ஒத்திருக்கும். இதுபோன்று பழைய மரங்களின் குறுக்குத் தோற்றம் கிடைத்திட்டால் வளையங்களின் தன்மையை ஒவ்வோராண்டிற்கும் அறிய இயலும். முற்காலத்தில் மரவளையங்களின் அளவுகோல் சுமார் 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்புவரை கண்டறியபட்டுள்ளது (படம் 128).

அகழாய்வில் கிடைக்கும் மரத்துண்டுகளில் காணப்பெறும் வளையங்கள் இவ்வளவுகோலுடன் ஒப்பிட்டு அம்மரத்தின் காலத்தைக் கணிக்கலாம். அமெரிக்காவில் கிடைத்த

பழைய மரங்களின் வளையங்கள் தற்போதிலிருந்து சுமார் 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை கண்டுபிடித்து அளவுகோல் தயாரித்துள்ளனர். இம்முறையைக் கண்டுபிடித்தவர் டுக்ளாஸ் (A.E. Douglass) என்னும் வானியல் நிபுணராவார். இம்முறையை அவர் பிறிதொரு ஆய்வு மேற்கொண்டபோது 1904-ஆம் ஆண்டு கண்டறிந்தார்.

காலக்கணிப்பு முறை

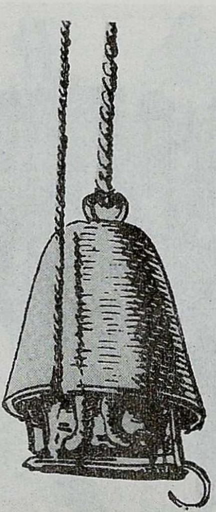
இம்முறையில் காலக்கணிப்பு செய்ய மரங்களின் வளையங்கள் தெளிவாக இருத்தல் வேண்டும். மூவாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு ஈடான மரவளைய வரைபடத்தில் எப்பகுதியுடன் அகழாய்வில் கிடைத்த மரவளையத்தை ஒப்பிடுவது என்பது மிகவும் எளிதான செயலல்ல. மரத்துண்டு கிடைத்த மண்ணடுக்கின் தோராயமான காலத்தைக் கண்டறிந்து அக்கால கட்டங்களில் காணப்பெறும். மரவளையங்களோடு ஒப்பிடுவதும் உண்டு. இவ்வளைய ஒப்பீட்டு ஆய்விற்கு நுண் நோக்கிகளும் பயன்படுத்தப்படும்.

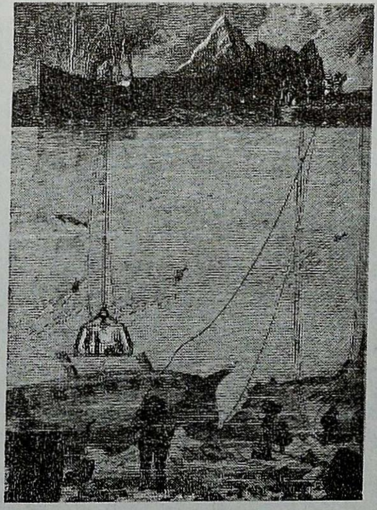
இம்முறையை அகழாய்வறிஞர் பயன்படுத்தும்போது கீழ்க்கண்டவற்றை நினைவில் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

1. அகழாய்வில் காணப்பெறும் மரத்துண்டு நீண்ட காலத்திற்குப் பின்னர் பழங்கட்டடத்தில் பயன்படுத்தப் பெற்றிருக்கலாம். எனவே கட்டடம் மரத்துண்டின் காலத்தைவிட பிந்தையது ஆகும்.
2. பழைய கட்டடத்தில் புதுப்பிப்பதற்காக புதிய மரங்களைப் பயன்படுத்தியிருக்கலாம். இங்கு கட்டடம் மரத்தின் காலத்திற்கு முந்தையது எனலாம்.

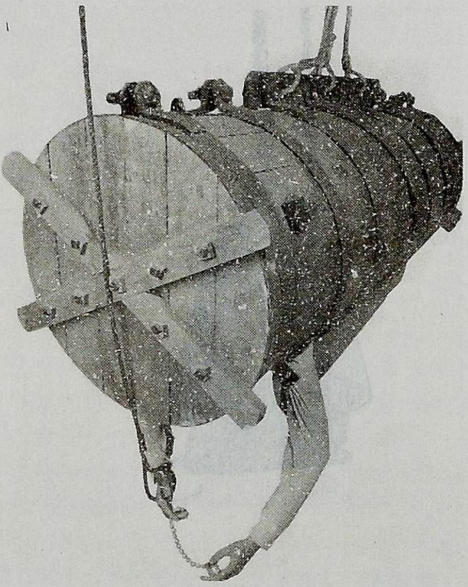
எனவே, மரவளையக் கணக்கீட்டு காலக்கணிப்பு செய்யும்போது மிகவும் கவனமாக இருப்பது அவசியம். இந்தியாவில் இம்முறையில் காலக் கணிப்பு செய்யப்பட வில்லை.

படங்கள்

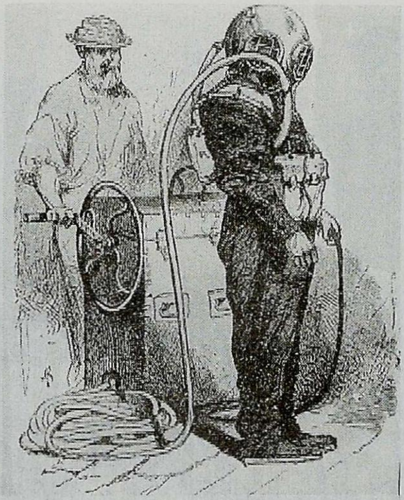




1 நீர்மூழ்குமணி மற்றும் நீர்மூழ்குதல் குறித்த ஓவியம்
(நன்றி: Platt 1997)

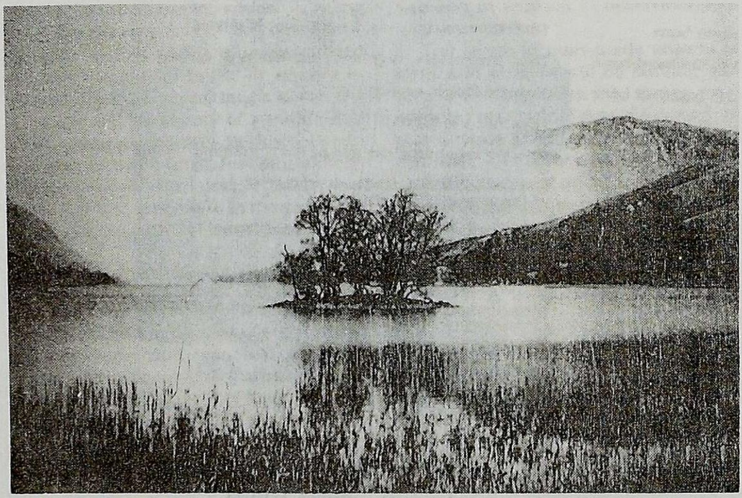


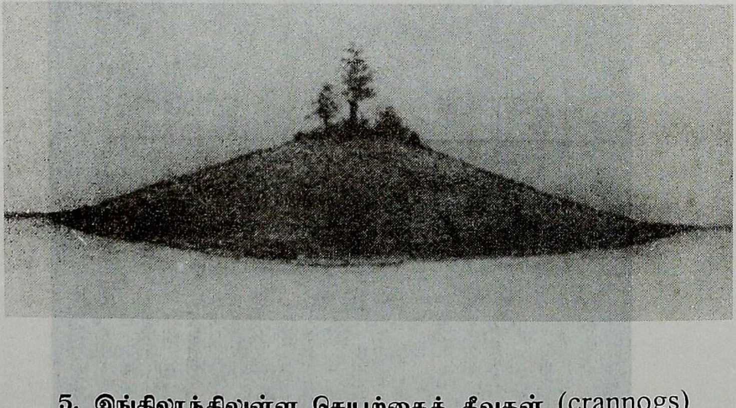
2. நீர்மூழ்கு உருளைத் தொட்டி மற்றும் பயன்பாடு குறித்த ஓவியம் (நன்றி: Platt 1997)



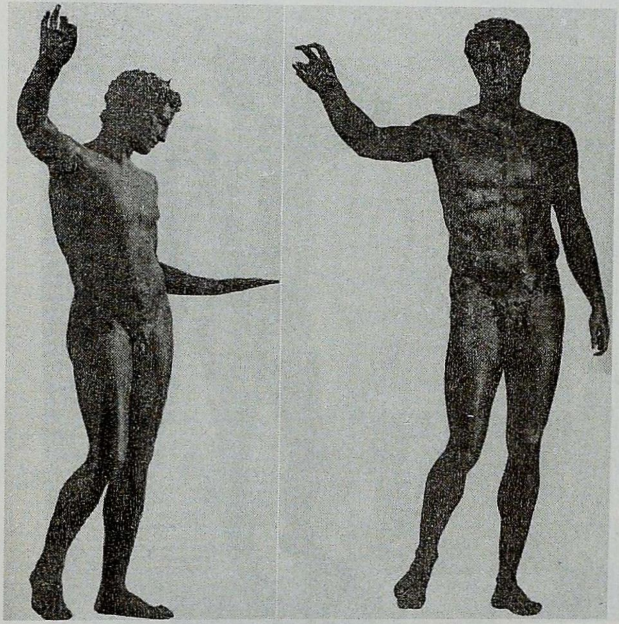
3. நிலையான நீர்மூழ்கு கருவி
(நன்றி: Platt 1997)

4. சமஅழுத்த நீர்மூழ்கு கருவி
(நன்றி: ஜார்ஜ்பாஸ் இணையம்)

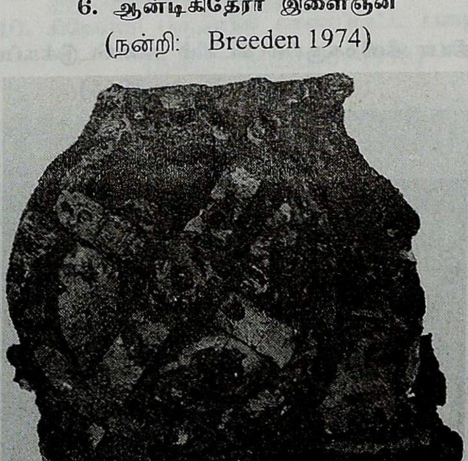




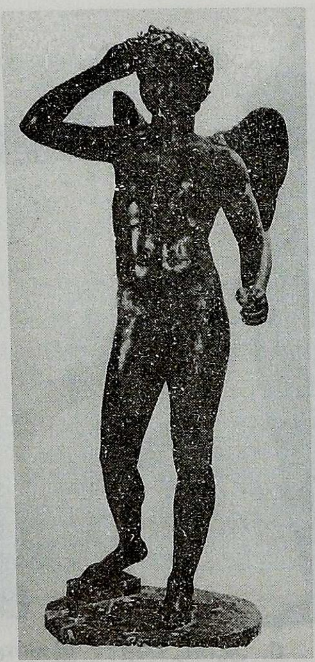
5. இங்கிலாந்திலுள்ள செயற்கைத் தீவுகள் (crannogs)
(நன்றி: Dean et.al. 1995 மற்றும் Mukelroy 1978)



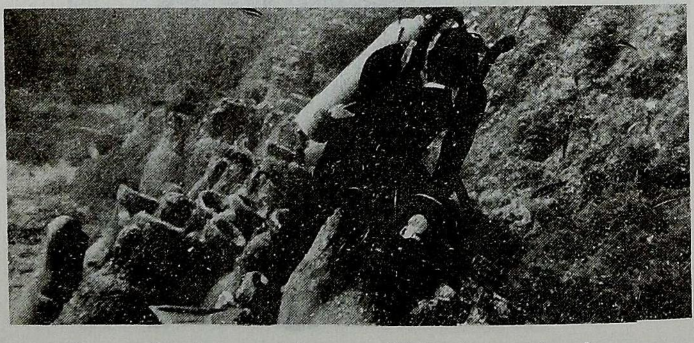
6. ஆன்டிகிதேரா இளைஞன்
(நன்றி: Breeden 1974)



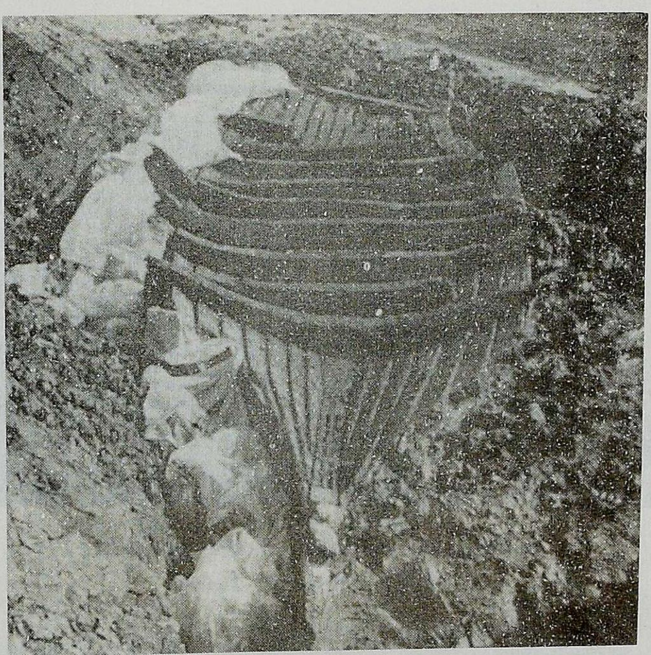
7. கணக்கிடும் கருவி
(நன்றி: Breeden 1974)



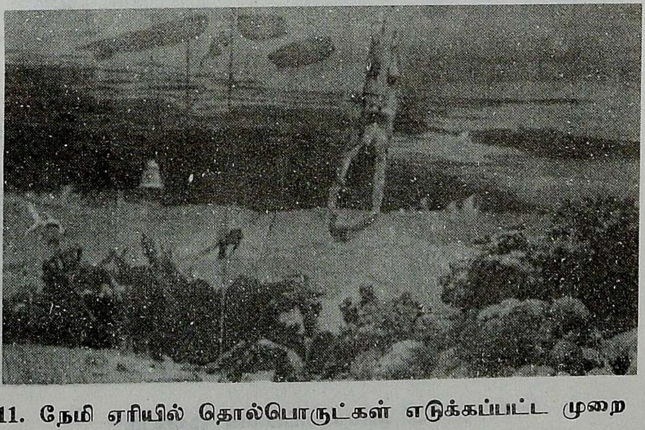
8. மதியா தீவிற்கருகில் கடலில் கண்டெடுக்கப்பட்ட சிலை
(நன்றி: Taylor 1965)



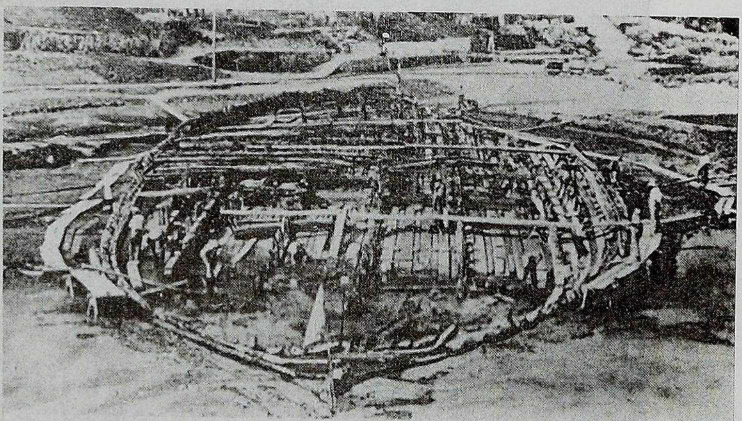
9. டைட்டன் பவளப்பாறையில் மண்சாடிக்குன்று
(நன்றி: Taylor 1965)



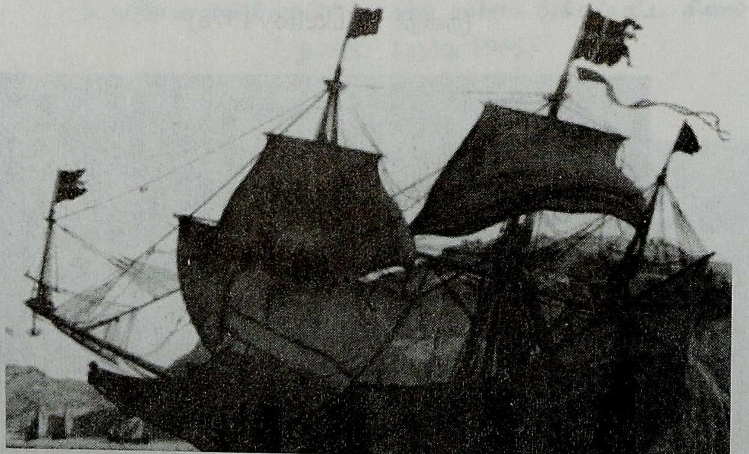
10. கிரேவ்னி பகுதியில் காணப்பட்ட பழைய கலம்
(நன்றி: Mukelroy 1978)



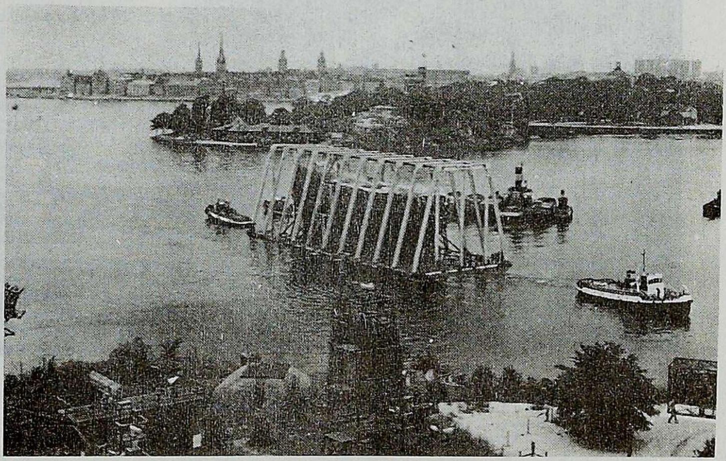
11. நேமி ஏரியில் தொல்பொருட்கள் எடுக்கப்பட்ட முறை
(நன்றி: Breeden et.al. 1974)



12. நேமி ஏரியில் ரோமானிய சொகுசுக்கப்பல்
(நன்றி: Mukelroy 1978)

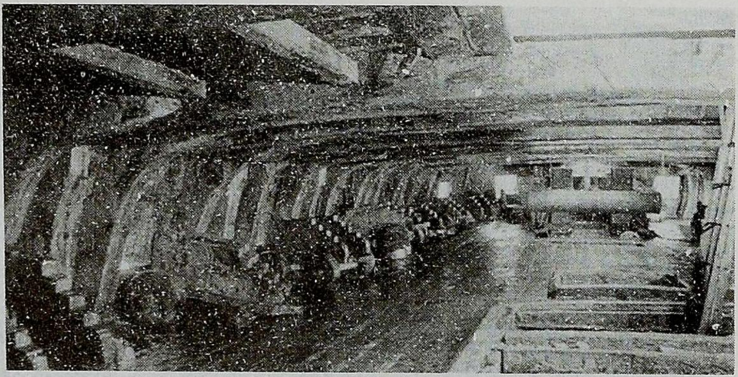


13. வாசா கப்பலின் ஓவியம்
(நன்றி: Platt 1997)

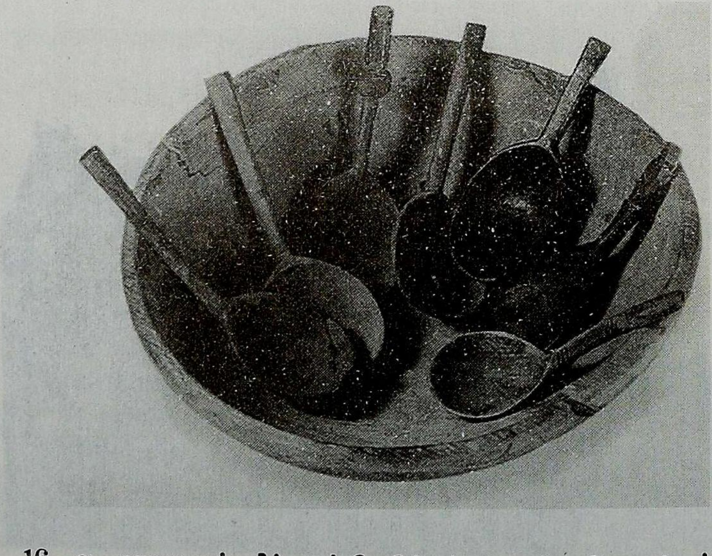


14. வாசா கப்பல் -கரைக்குக் கொணர்தல்
(நன்றி: Mukelroy 1978)

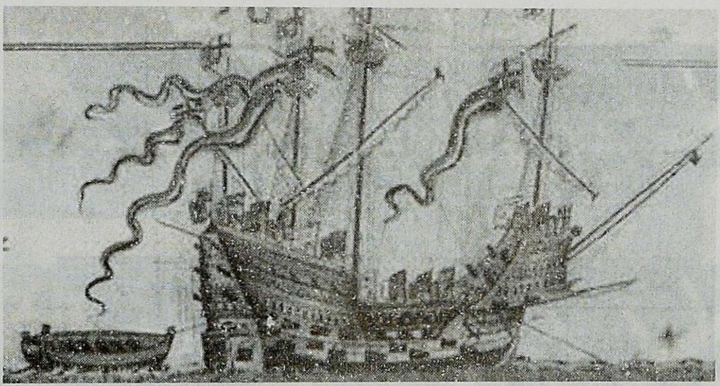
15. வாசா கப்பலின் பக்கவாட்டுத் தோற்றம்
(நன்றி: Platt 1997)



16. அ வாசா கப்பலின் உட்புறத்தோற்றம்
(நன்றி: Platt 1997)

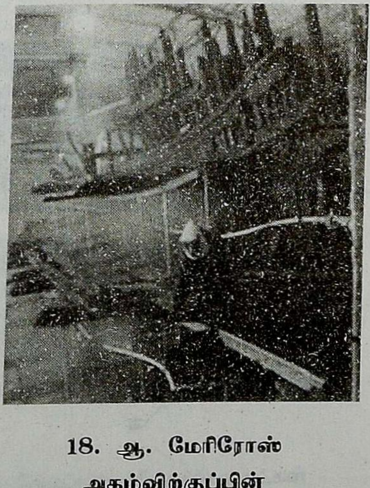


16. ஆ. வாசா கப்பலில் கண்டெடுக்கப்பட்ட சில பொருட்கள்
(நன்றி: வாசா இணையம்)

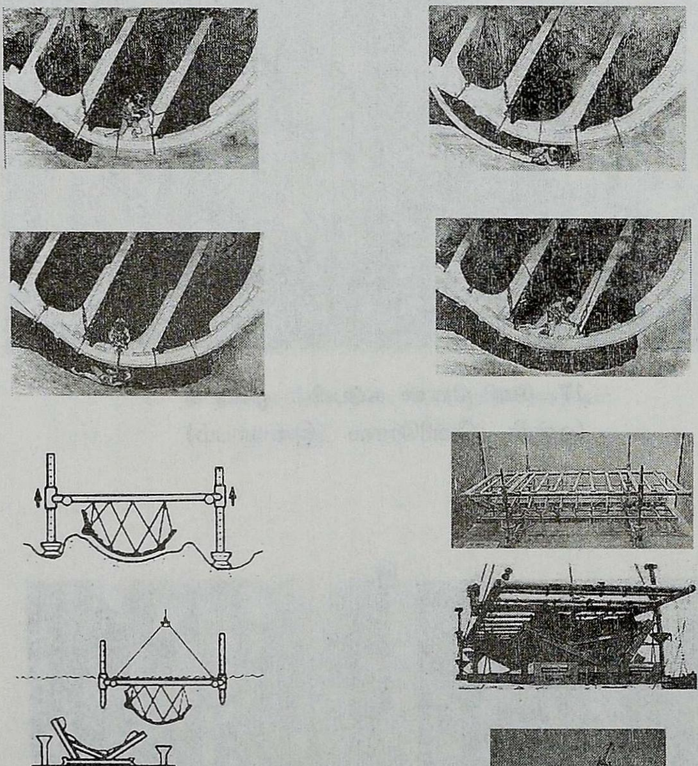


17. மேரி ரோஸ் கப்பலின் ஓவியம்
(நன்றி: மேரிரோஸ் இணையம்)

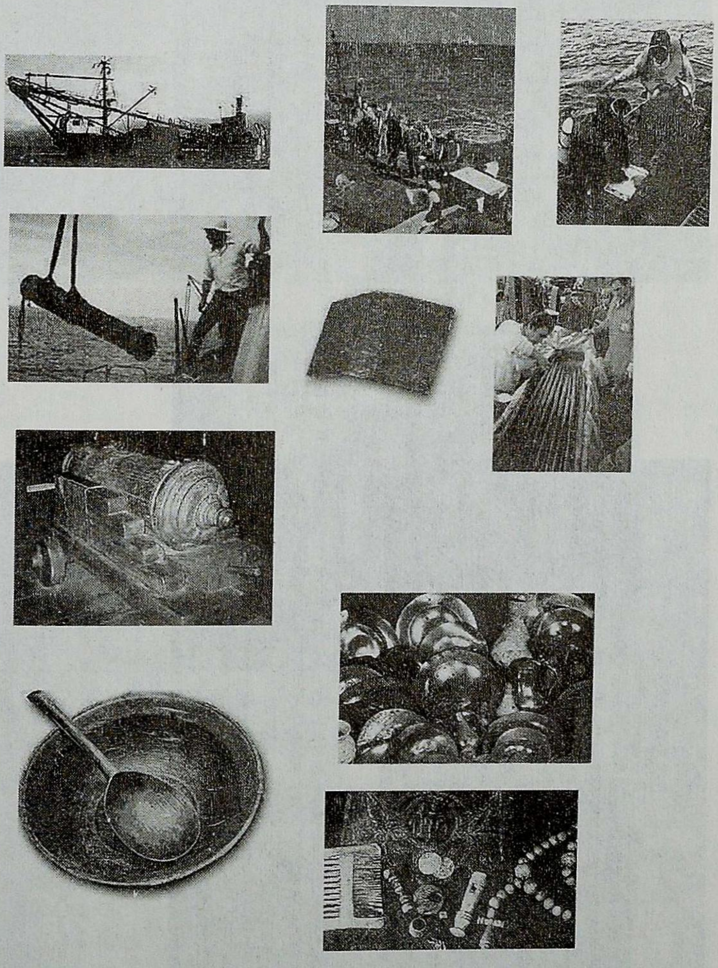
18. அலெக்ஸாண்டா மமகமக
(நன்றி:மேரிரோஸ் இணையம்)



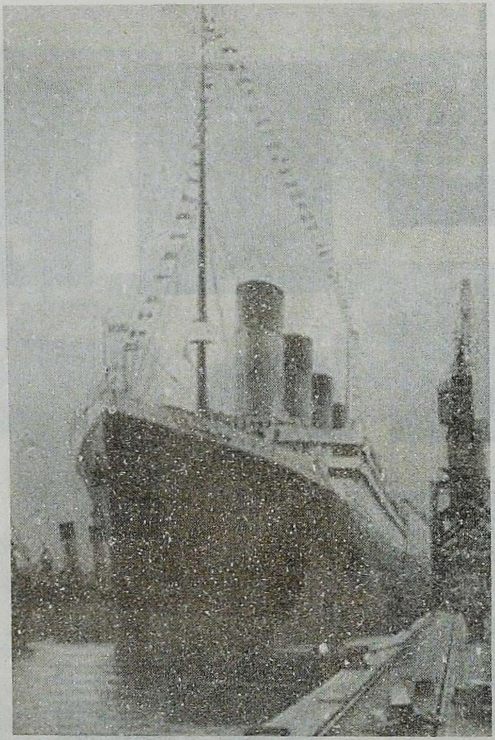
18. ஆ. மேரிரோஸ் அகழ்விற்குப்பின்
(நன்றி: மேரிரோஸ் இணையம்)



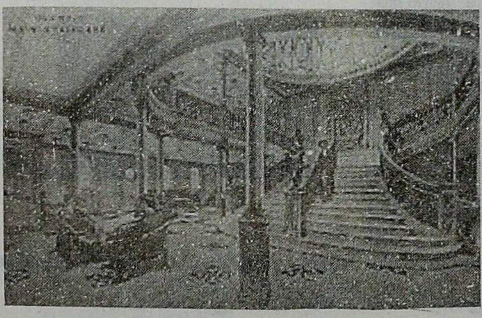
19. மேரி ரோஸ் அகழ்வுமுறை
(நன்றி: மேரிரோஸ் இணையம்)



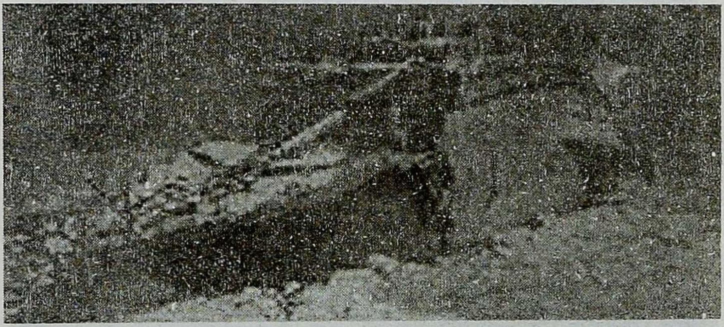
20. மேரி ரோஸ் கப்பலில் கண்டெடுக்கப்பட்ட தொல்பொருட்கள்
(நன்றி: மேரிரோஸ் இணையம்)



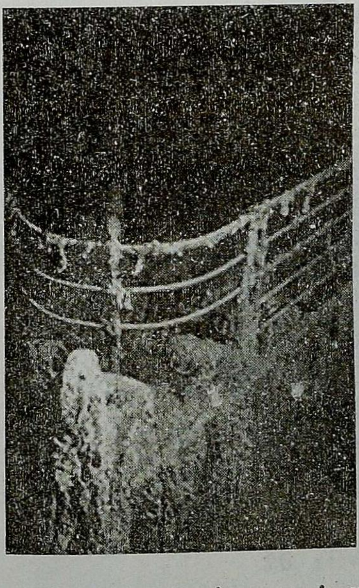
21அ. டைட்டானிக் கப்பலின் ஓவியம்
(நன்றி: டைட்டானிக் இணையம்)



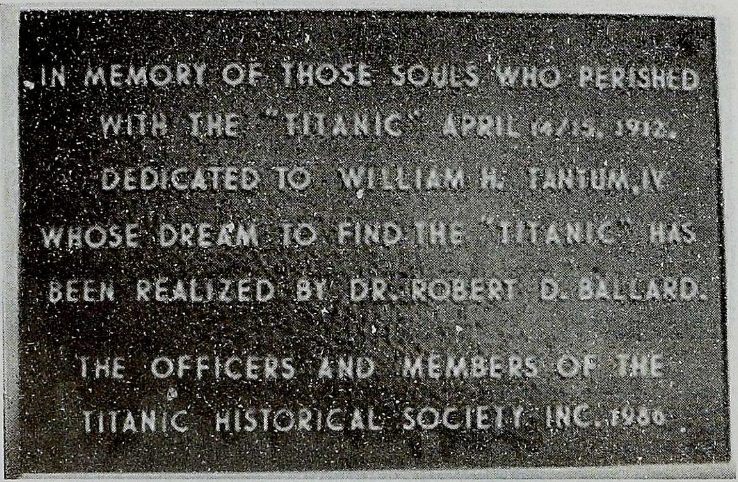
21ஆ. டைட்டானிக் கப்பல் உட்புறத்தோற்றம்
(நன்றி: டைட்டானிக் இணையம்)



22அ. மூழ்கிய டைட்டானிக் கப்பலின் தோற்றம்
(நன்றி: டைட்டானிக் இணையம்)



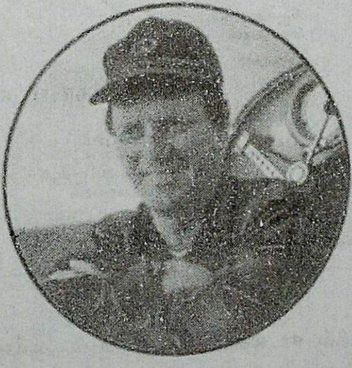
22ஆ. மூழ்கியுள்ள டைட்டானிக் கப்பலின் சில பகுதிகள்
(நன்றி: டைட்டானிக் இணையம்)



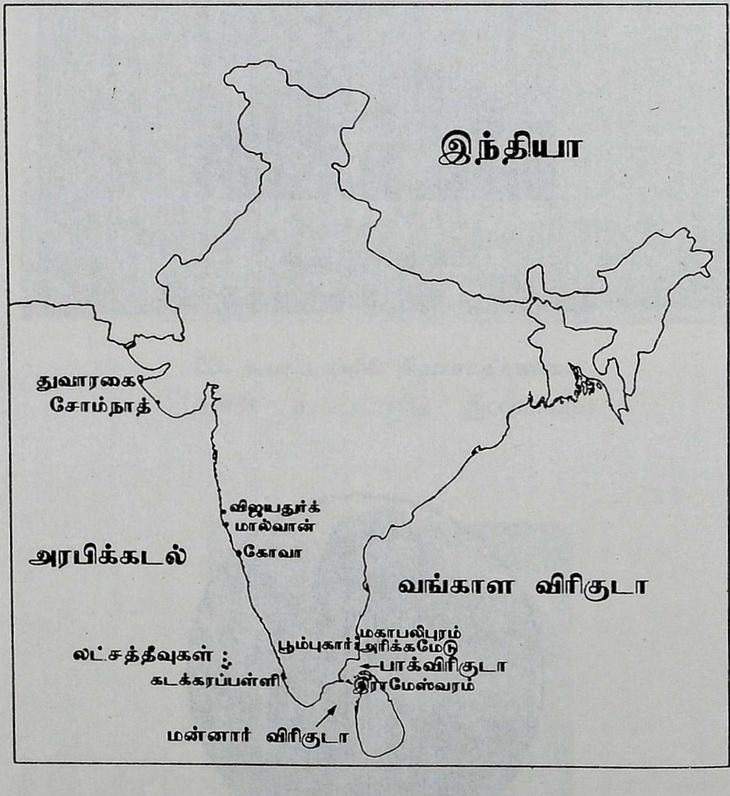
23. டைட்டானிக் நினைவுப்பலகை
(நன்றி: டைட்டானிக் இணையம்)

24. கேப்டன் எட்வர்ட் சுமித்
(நன்றி: டைட்டானிக் இணையம்)

25. ஜார்ஜ் பாஸ்
(நன்றி: ஜார்ஜ் பாஸ் இணையம்)

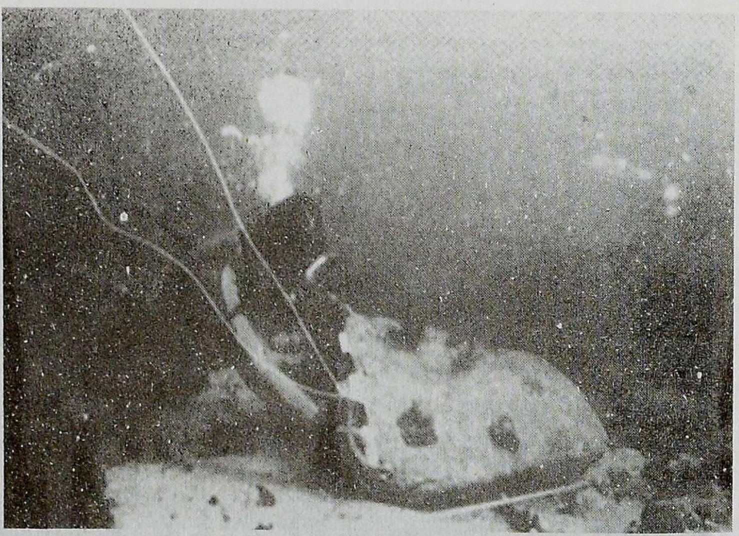


26. ராபர்ட் பலார்டு
(நன்றி: பலார்டு இணையம்)



27. இந்தியாவில் கடல்சார் தொல்லியல் ஆய்வுகள் நிகழ்ந்த இடங்கள்

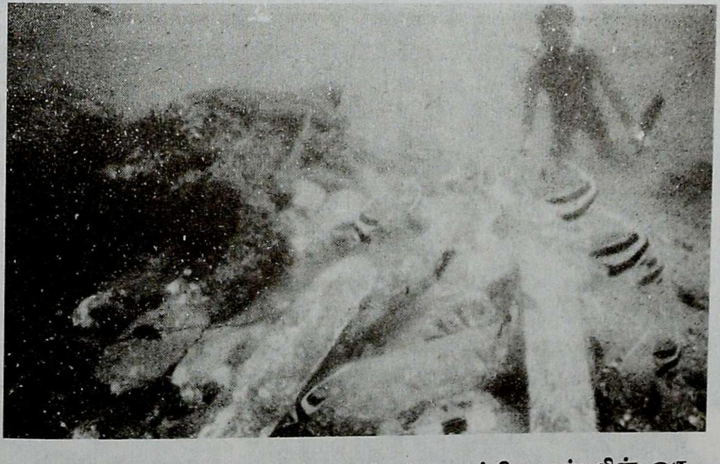
28 துவாரகைக் கடலில் காணப்படும் கட்டுமானங்கள்
(நன்றி: S.R.Rao 1987)



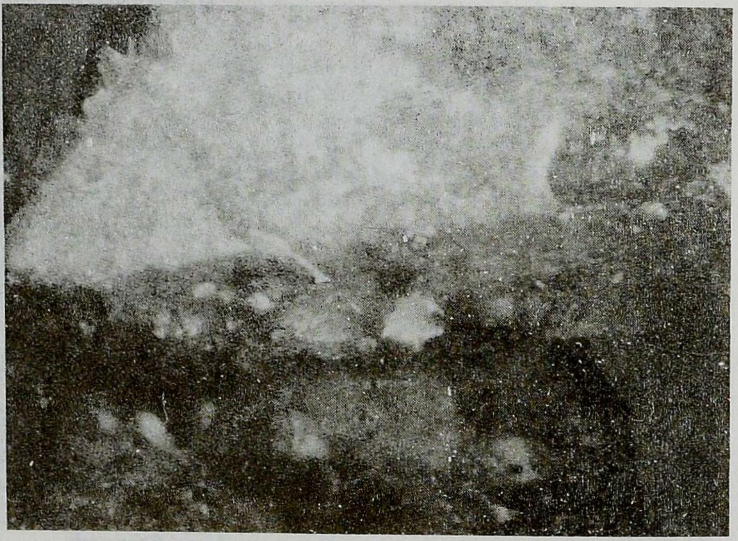
29. துவாரகையில் கல்நங்கூரம் அகழாய்வு
(நன்றி: S.R.Rao 1987)

30. துவாரகைக் கல்நங்கூரங்கள்
(நன்றி: S.R.Rao 1987)

31அ. பூம்புகாரில் கடலடியில் காணும் கட்டுமானம்
(நன்றி: Sila Tripati et.al. 2003)

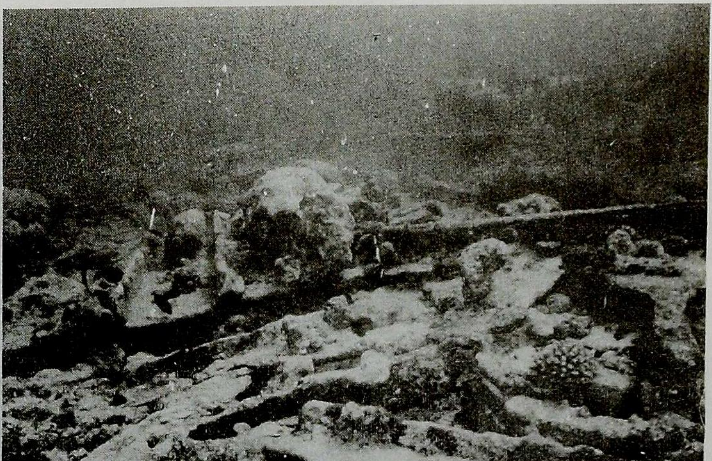


31ஆ. பூம்புகாரில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மூழ்கிய கப்பலின் ஒரு பகுதி (நன்றி: Sila Tripati et.al. 2003)



32அ. மகாபலிபுரத்தில் கடலடியில் காணும் கட்டுமானம்
(நன்றி: Alok Tripathi 2005)

32ஆ. மகாபலிபுரத்தில் கடலடியில் காணும் கட்டுமானம்
(நன்றி: Alok Tripathi 2005)



33அ. லட்சத்தீவு கடல்பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு மூழ்கிய கப்பலின் பகுதிகள்

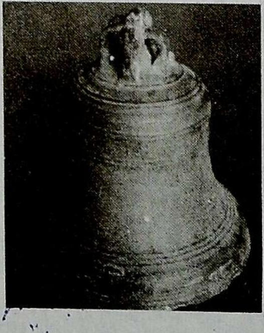
(நன்றி: Sila Tripati et.al 2003)

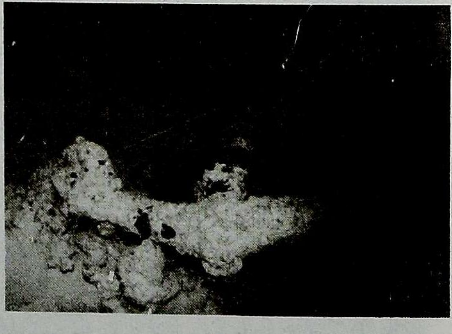
33ஆ. லட்சத்தீவு கடல்பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு மூழ்கிய கப்பலின் பகுதிகள் (நன்றி: Sila Tripati et.al 2003)

34அ. லட்சத்தீவு கடல்பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு மூழ்கிய பிரின்ஸ் ராயல் கப்பலின் பகுதிகள்
(நன்றி: Alok Tripathi 2005)

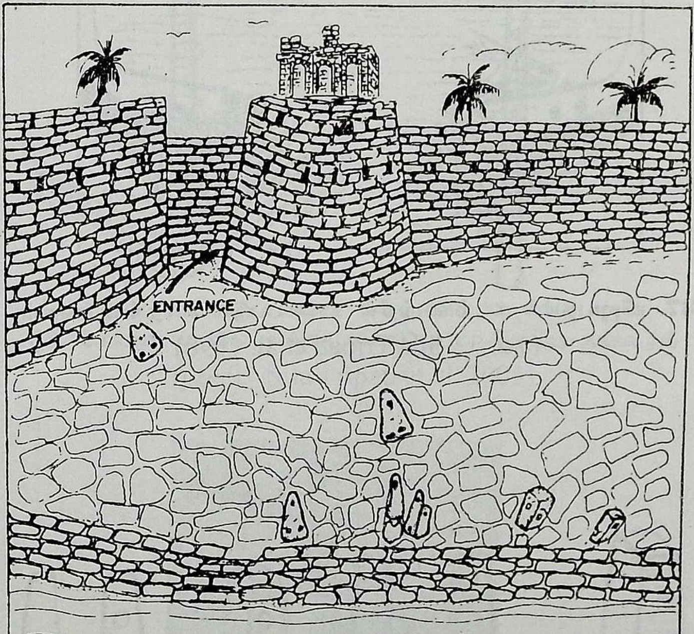
34ஆ. பிரின்ஸ் ராயல் கப்பலின் பீரங்கி, மண்பானை
(நன்றி: Alok Tripathi 2005)

35அ. லட்சத்தீவு கடல்பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு மூழ்கிய பிரின்ஸ் ராயல் கப்பலின் பகுதிகள்
(நன்றி: Alok Tripathi 2005)

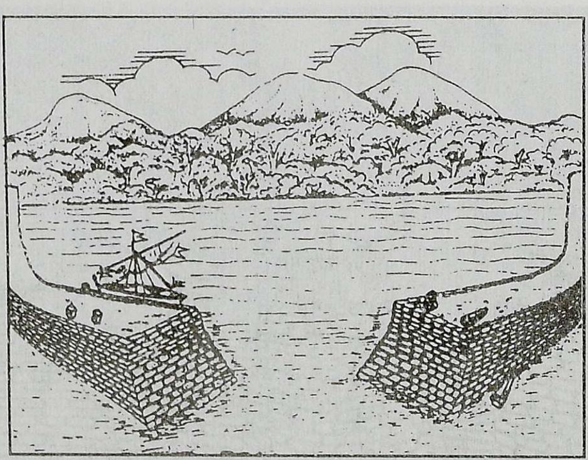




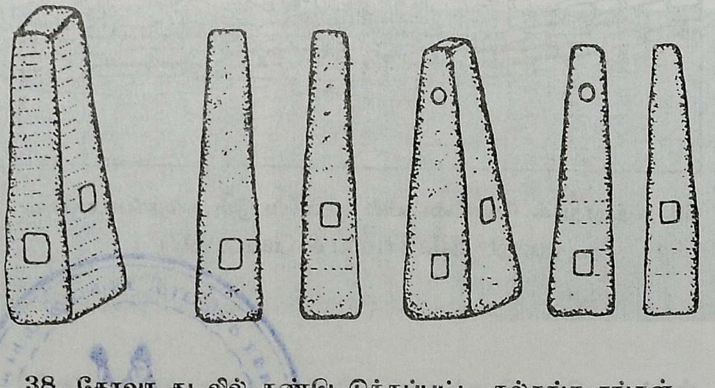
35ஆ. பிரின்ஸ் ராயல் கப்பலில் கிடைத்த தொல்பொருட்கள்
(நன்றி: Alok Tripathi 2005)



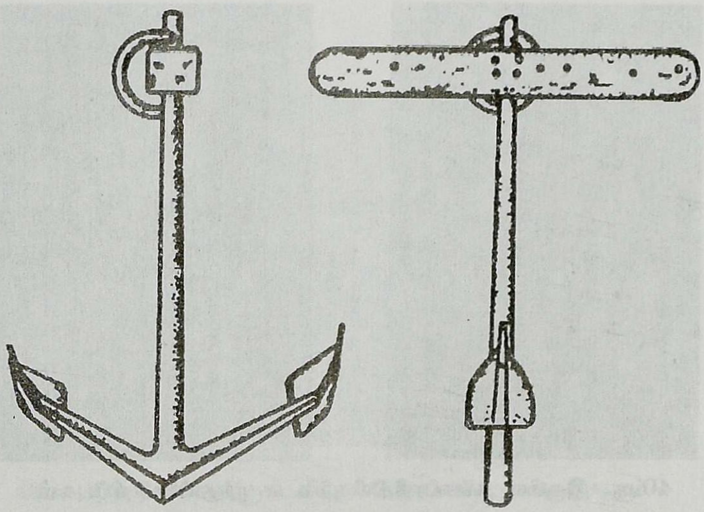
36. சிந்துதுர்க் கோட்டையில் காணப்படும் கல்நங்கூரங்கள்
(நன்றி: Sila Tripati & Gaur 1997)



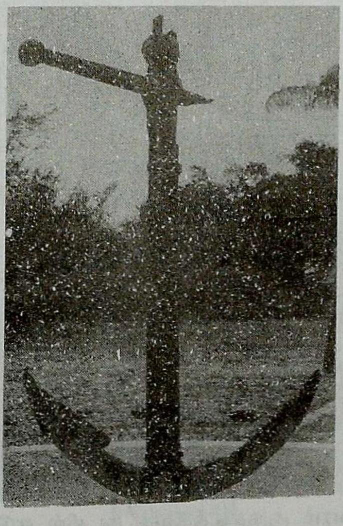
37. விஜயதுர்க் கடற்சுவற்றில் காணப்படும் கல்நங்கூரங்கள்
(நன்றி: Sila Tripati et.al. 1998)



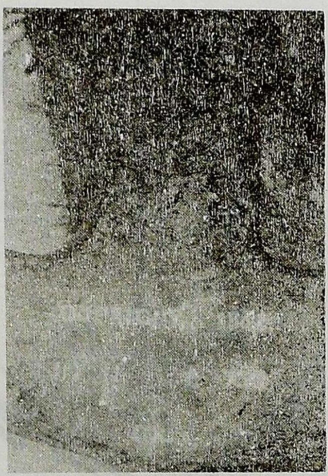
38. கோவா கடலில் கண்டெடுக்கப்பட்ட கல்நங்கூரங்கள்
(நன்றி: Sila Tripati et.al. 2003)



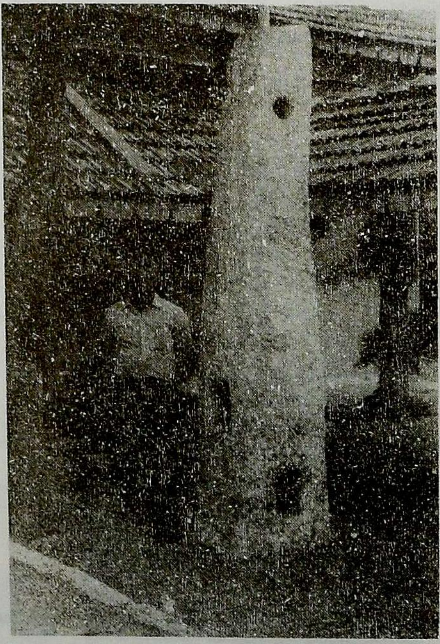
39. கோவா கடலில் கண்டெடுக்கப்பட்ட இரும்பு நங்கூரம்
(நன்றி: Sila Tripati et.al. 2005)



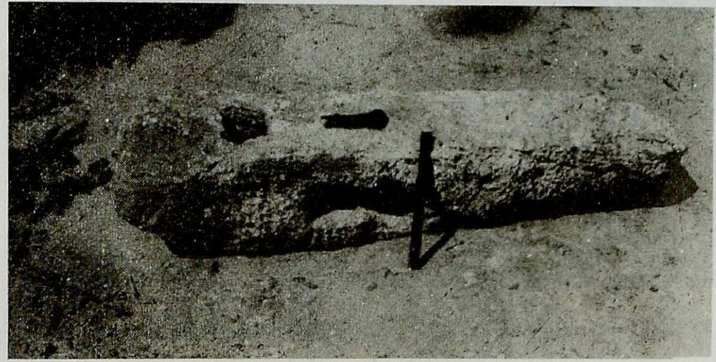
40அ. தொண்டிகடலில் எடுக்கப்பட்ட இரும்பு நங்கூரம்



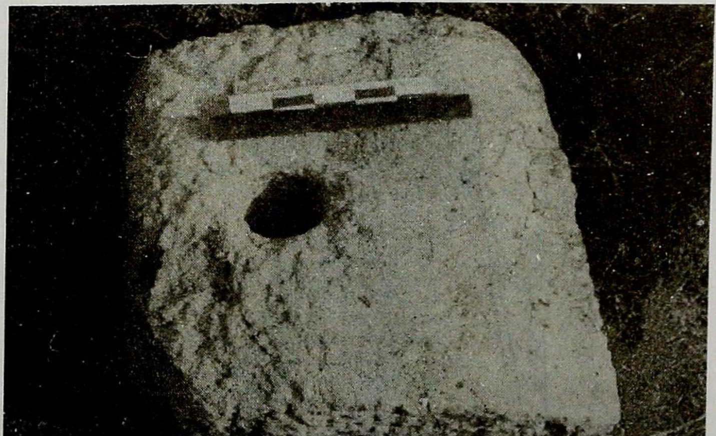
40ஆ. இரும்பு நங்கூரத்திலிருந்த எழுத்துப்பொறிப்புகள்



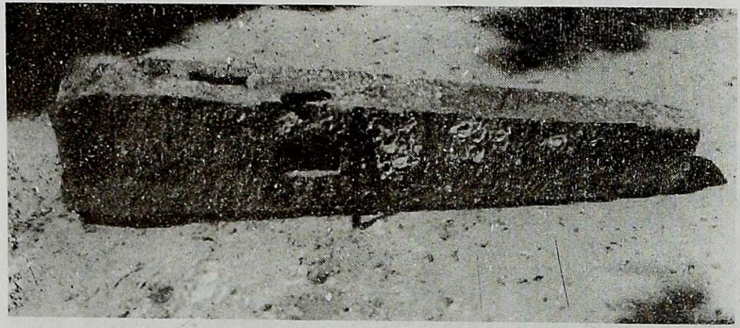
41. இராமேஸ்வரம் குருசடித்தீவுக் கடலில் எடுக்கப்பட்ட உலகில் பெரிய கல்நங்கூரம்



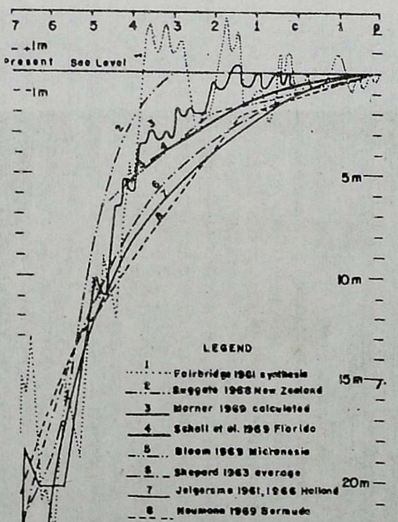
42அ. இராமேஸ்வரம் கடலில் எடுக்கப்பட்ட கல்நங்கூரம்



42ஆ. இராமநாதபுரம் பெரியபட்டினத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கல்நங்கூரம்

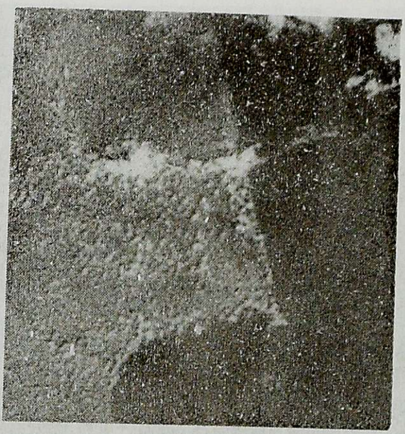


43. இராமநாதபுரம் வேதாளையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கல்நங்கூரம்



Eight different "eustatic" curves (from Morner 1971)

44. கடல்மட்ட வேறுபாடு குறித்த வரைபடம்
(நன்றி: Rajan 1992)

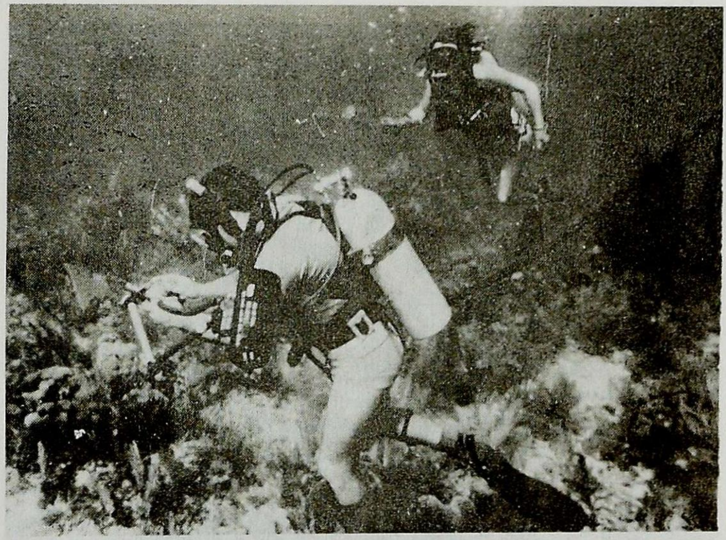


45. கோடிக்கரைப்பகுதியில் நிலம் உருவாவதைக் காட்டும் செயற்கைக் கோள் (நன்றி: NRSA Bulletin 2005)

46. நிலையான நீர்மூழ்குக்கருவி
(நன்றி: Platt 1997)

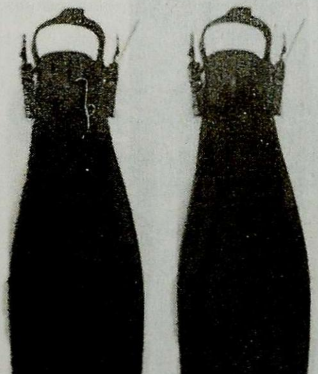
47அ. மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்குதல்
(நன்றி: S.R. Rao 1987)

47ஆ. மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்குதல்
(நன்றி: S.R. Rao 1987)



48. சமஅழுத்த நீர்மூழ்குதல்

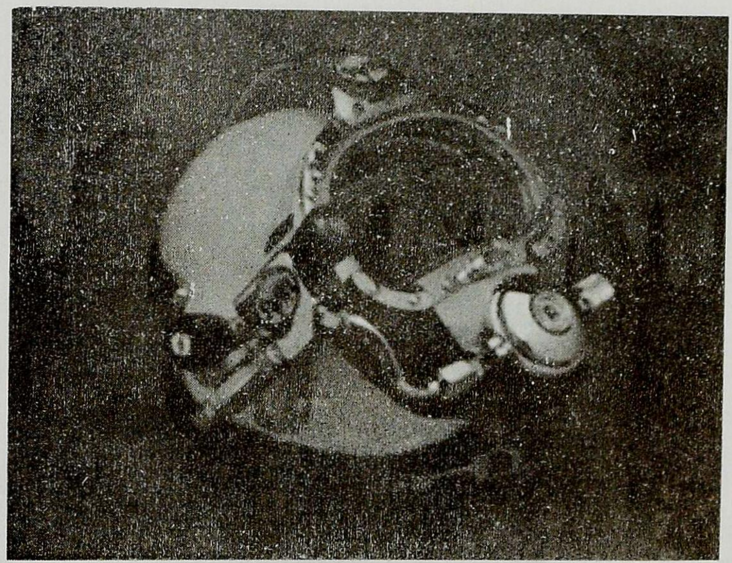
(நன்றி: Reseck 1975)



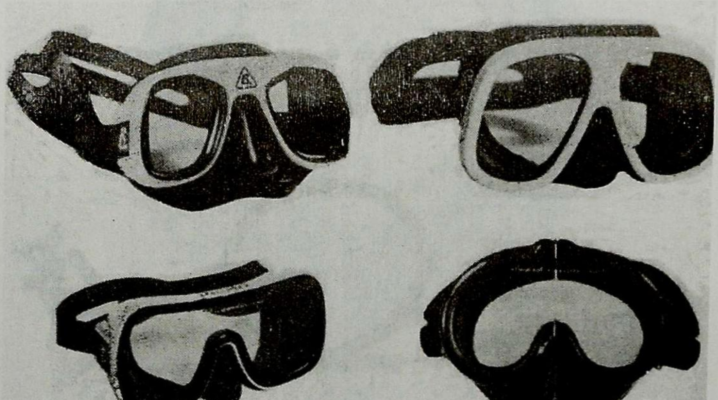
49. கால்துடுப்புகள்

50. காலணிகள்

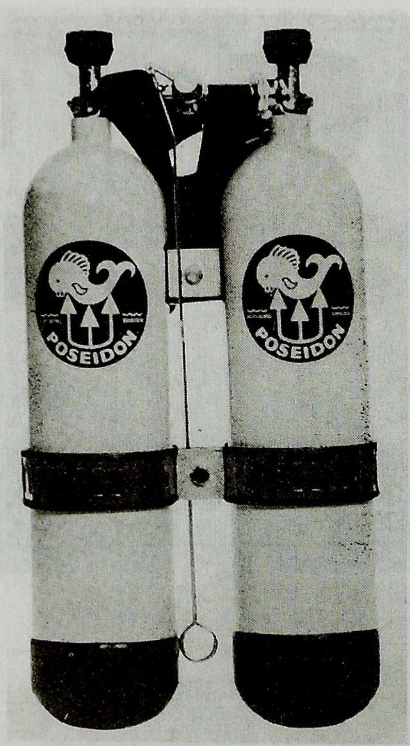
51. நீர்மூழ்கு உடை



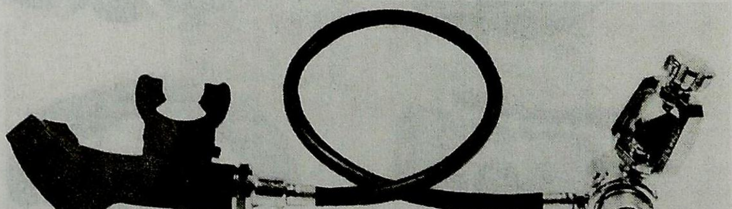
52. தலைக்கவசம்



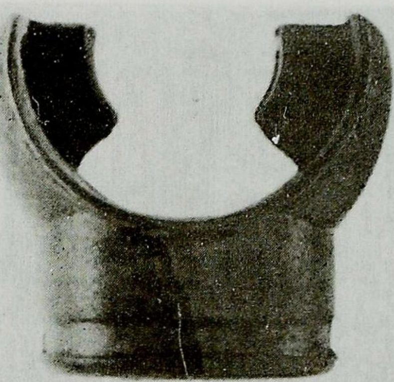
53. முகமூடிக் கண்ணாடிகள்



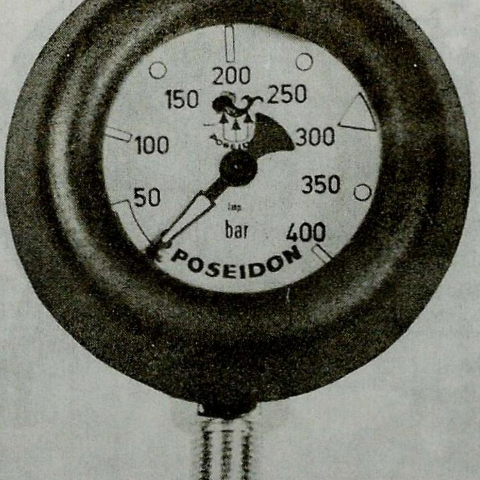
54. காற்று உருளைகள்



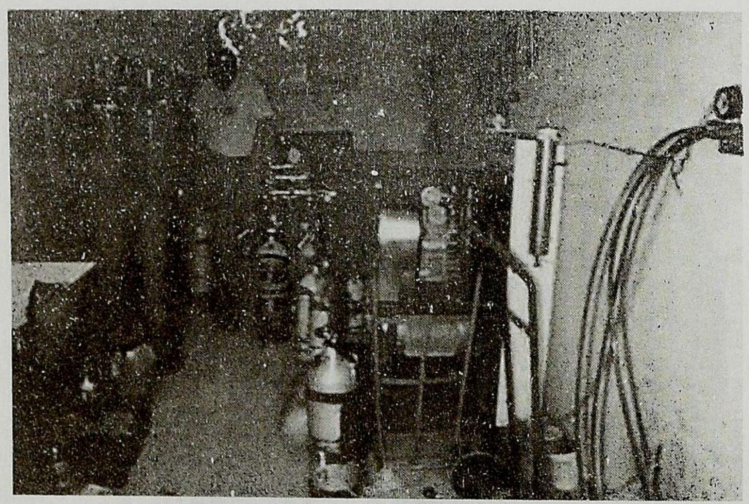
55. அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக்கருவி



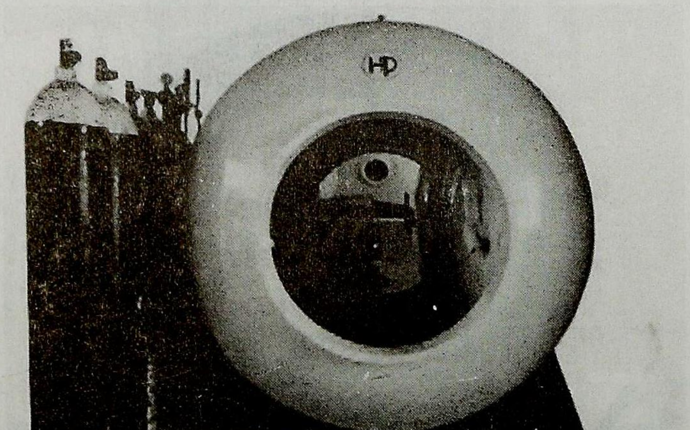
56. வாய்பகுதி



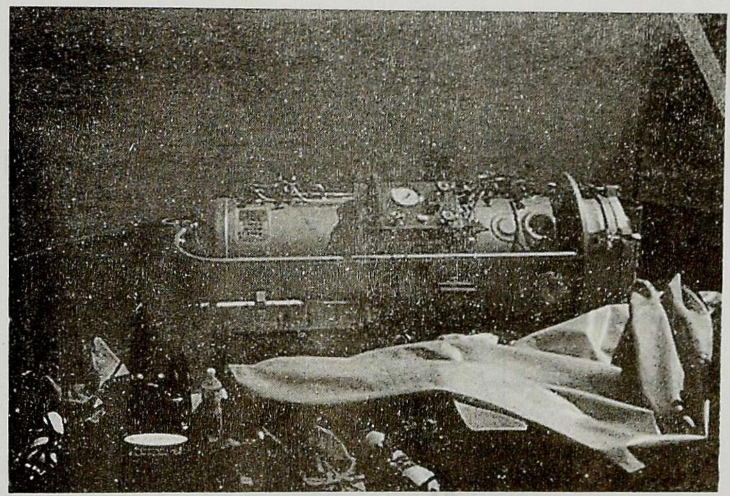
57. அழுத்தம் காட்டி



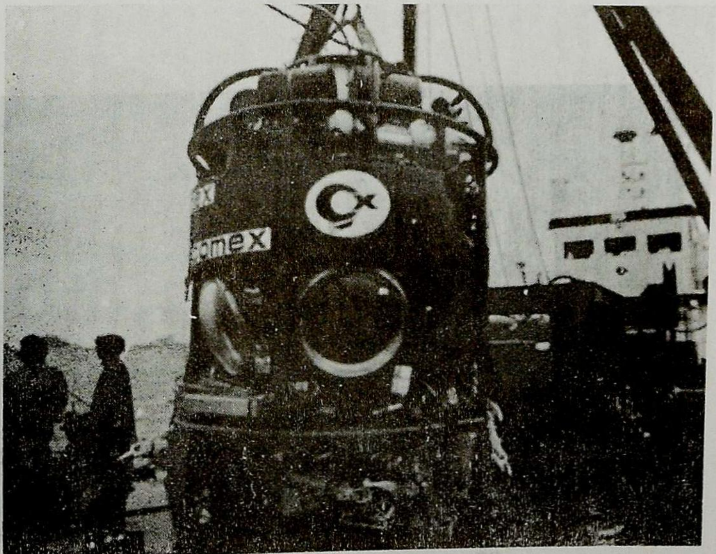
58. காற்றமுக்கி



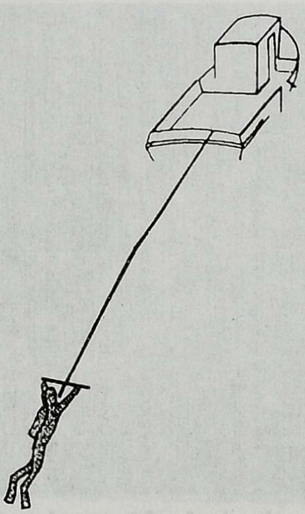
59. அமுக்க நீக்கக் கூடாரம்



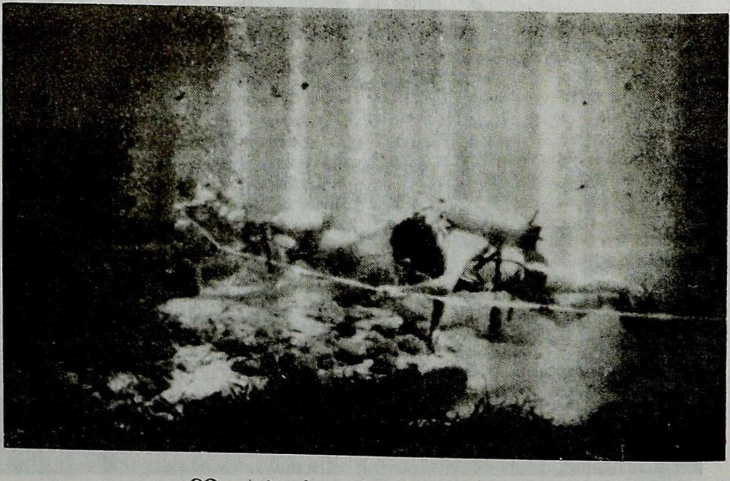
60. ஆய்வுக்கப்பலில் அமுக்க நீக்கக் கூடாரம்
(நன்றி: Mukelroy 1978)



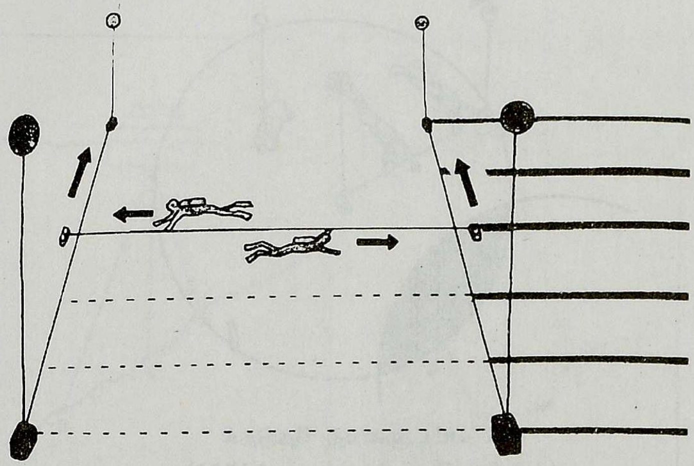
61. நிலக்காற்றமுத்த நீர்மூழ்கு கலன்கள்
(நன்றி: Mukelroy 1978)



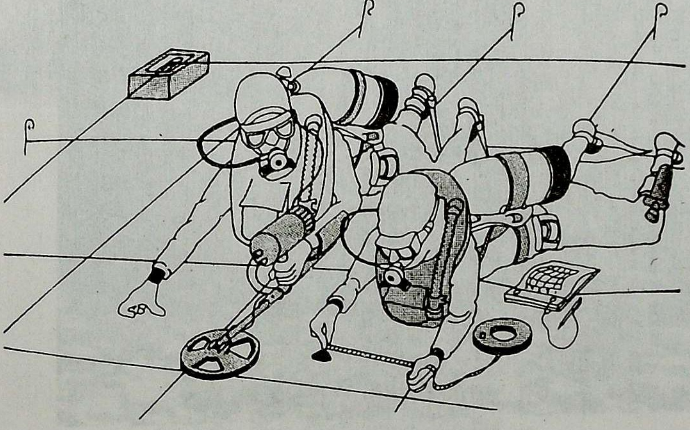
62. பிணைப்பிலுவை தேடுதல் முறை
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



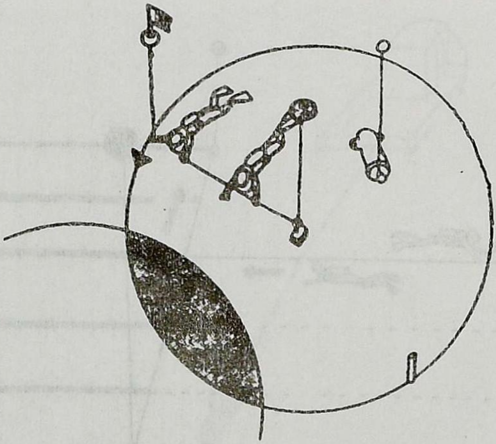
63. கட்டற்று நீந்தித் தேடுதல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



64. நடைக்கூட தேடுதல் முறை
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

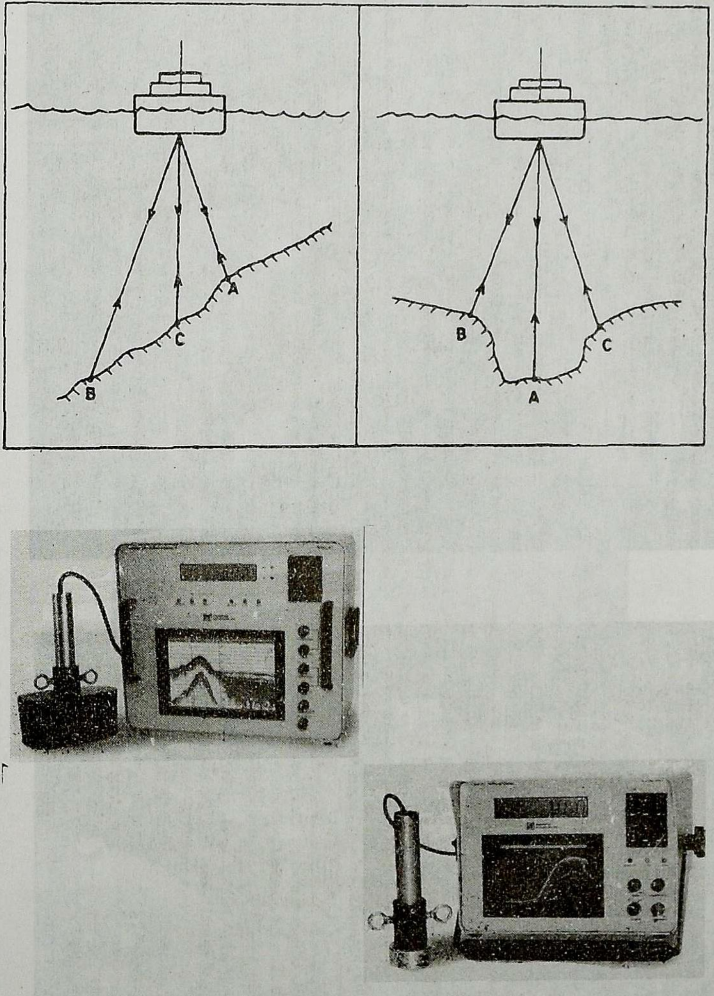


65. சட்டகமுறைத் தேடுதல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

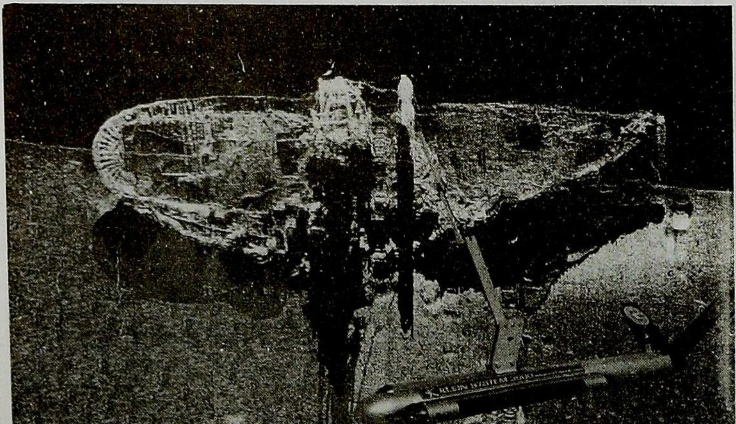


66. வட்டமுறைத் தேடுதல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

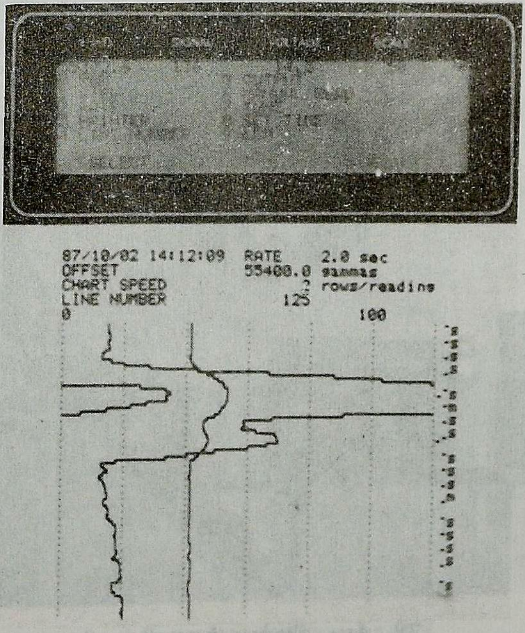
67. உலோகம் கண்டுபிடிக்கும் கருவி கொண்டு தேடுதல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



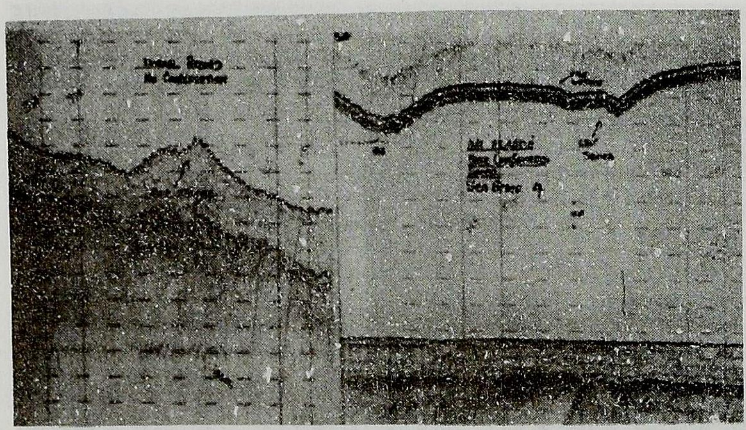
68. எதிரொலி ஆழமானி
(நன்றி: Sea Technology 2005)



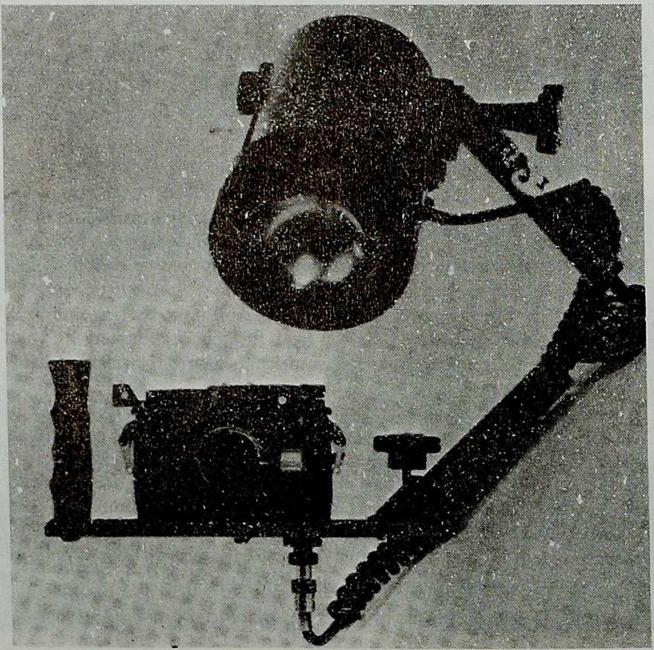
69. பக்க வரைபடமானியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பொருட்கள்
(நன்றி: Sea Technology 2005)



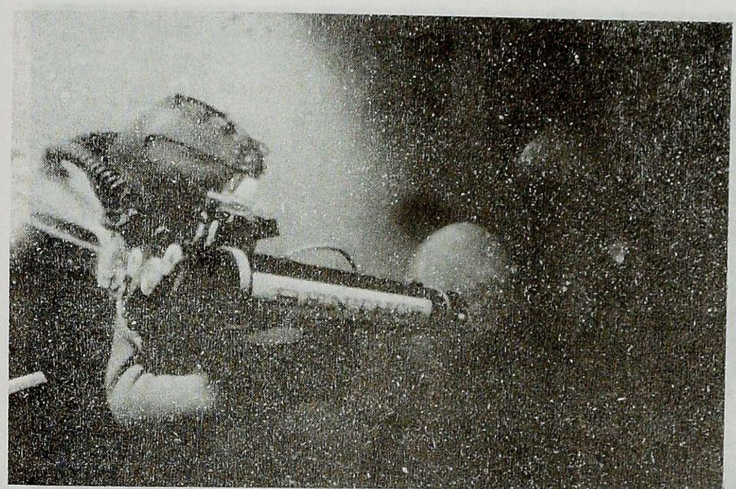
70. கடல் காந்தபுலமானி



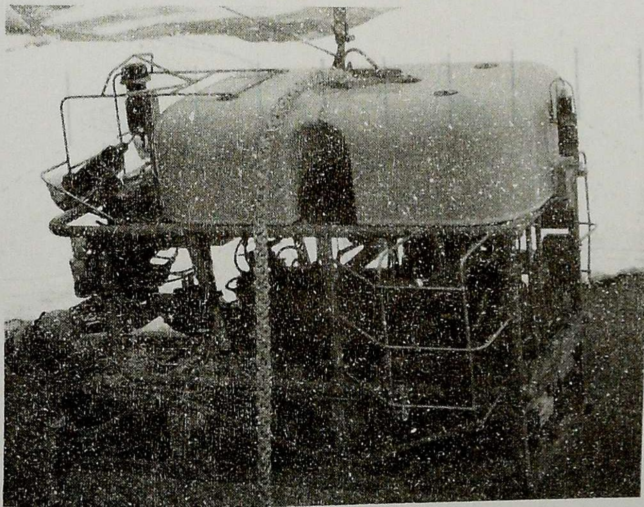
71. மண்ணடி எதிரொலிமானியின் வரைபடங்கள



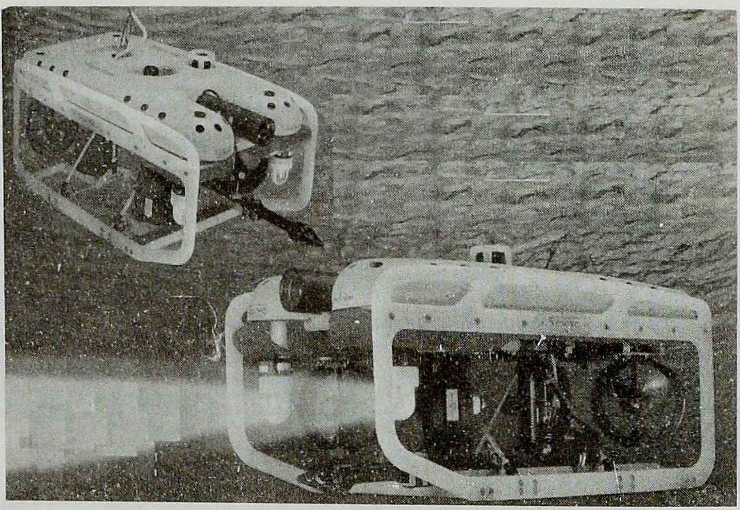
72. நீரடி நிழற்படக்கருவி
(நன்றி:Mukelroy 1978)



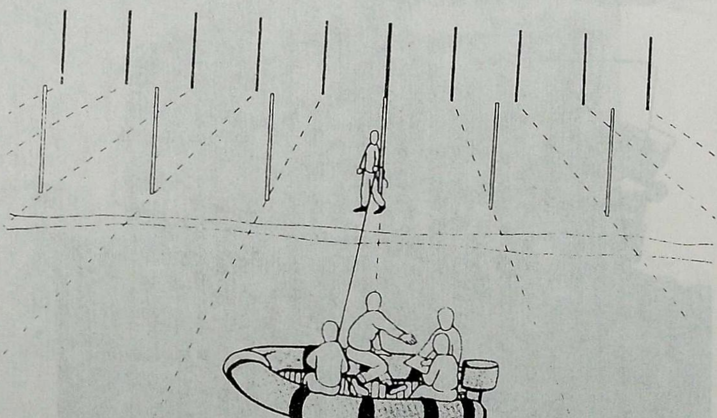
73. நீரடி காண்பொளிப்படக்கருவி
(நன்றி: Mukelroy 1978)



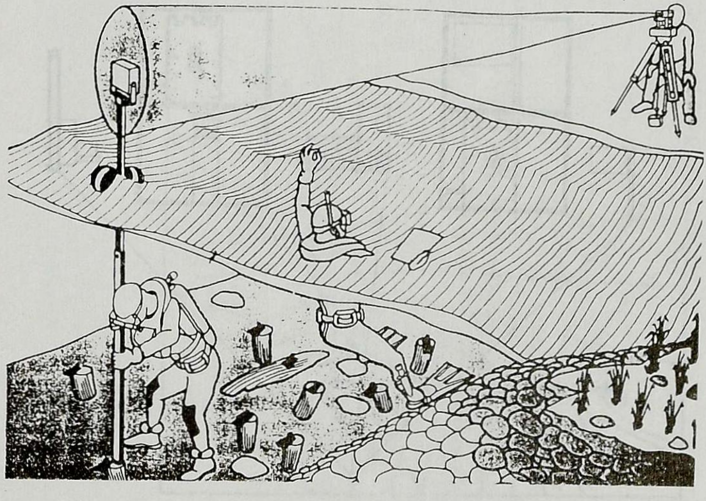
74அ. தானியங்கி காண்பொளிப்படக்கருவி
(நன்றி: Sea Technology 2005)



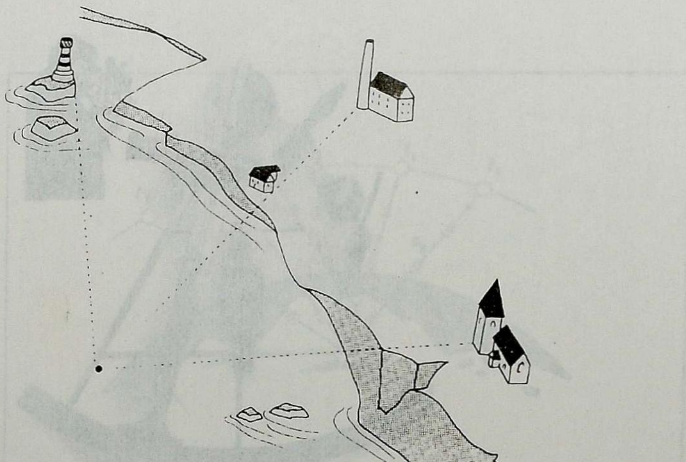
74ஆ. தானியங்கி காண்பொளிப்படக்கருவி
(நன்றி: Sea Technology 2005)



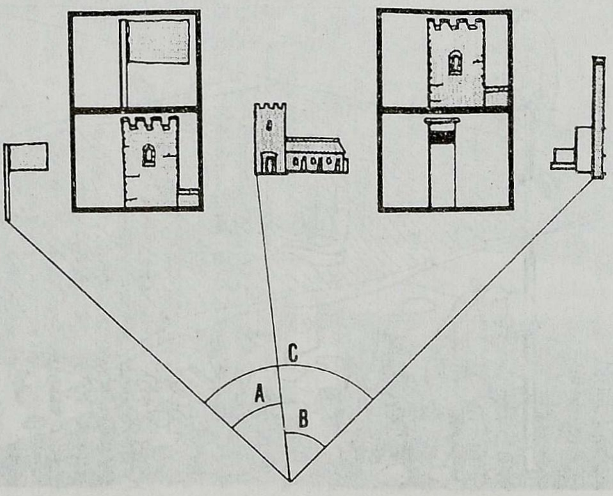
75. கரைக்கருகில் தொல்பொருள் இடமறியும் முறை
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



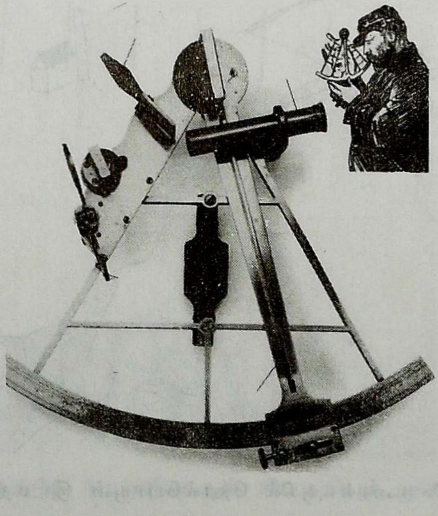
76. கரைக்கருகில் தொல்பொருள் இடமறியும் முறை
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



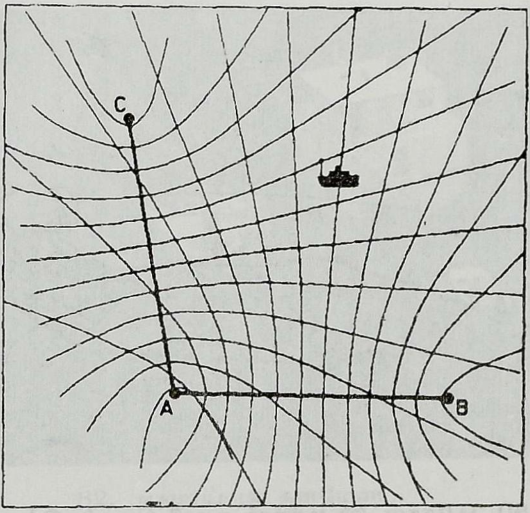
77. கரைக்கருகில் தொல்பொருள் இடமறியும் முறை
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



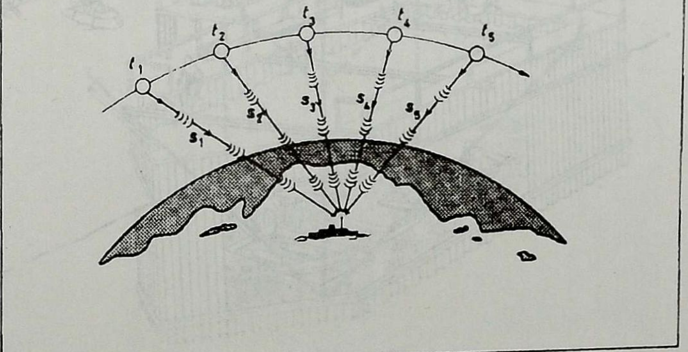
78அ. சேண்மானி கொண்டு கோணமளத்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



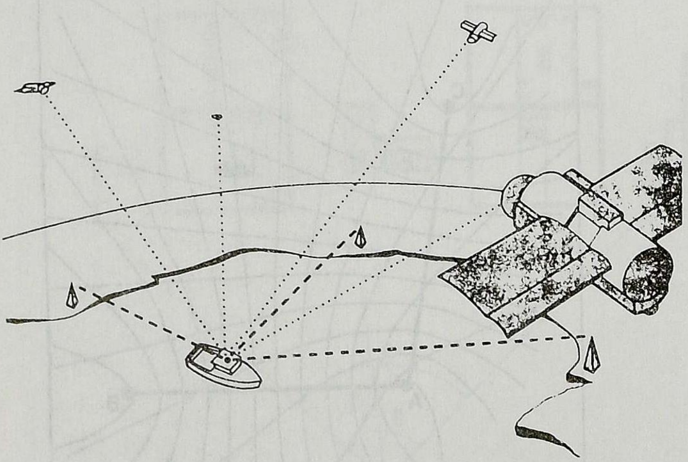
78ஆ. சேண்மானி



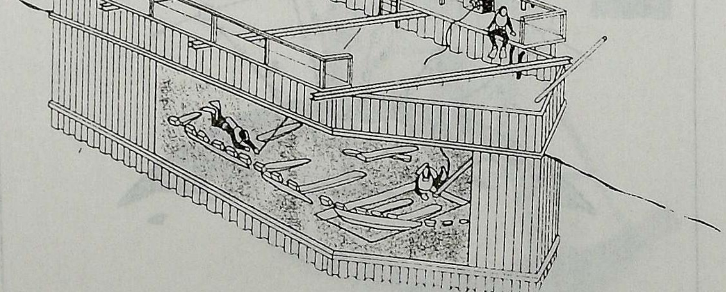
79அ. மின்காந்த அலை ஒலிபரப்புதள ஒளிவளிமைக் கோடுகள்



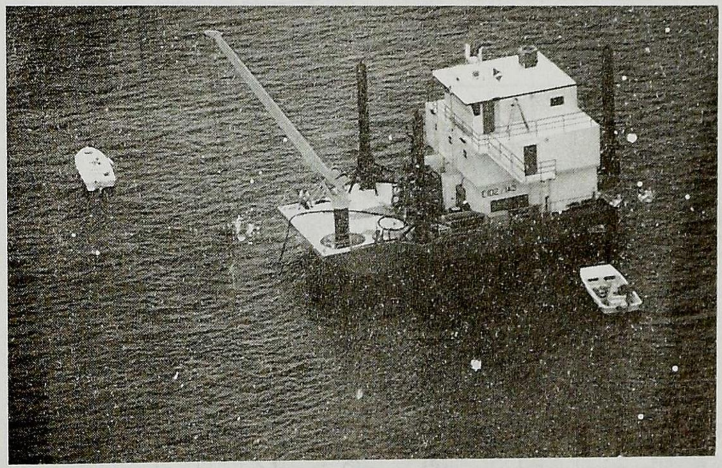
79ஆ. வட்டசுற்று செயற்கைக்கோள்



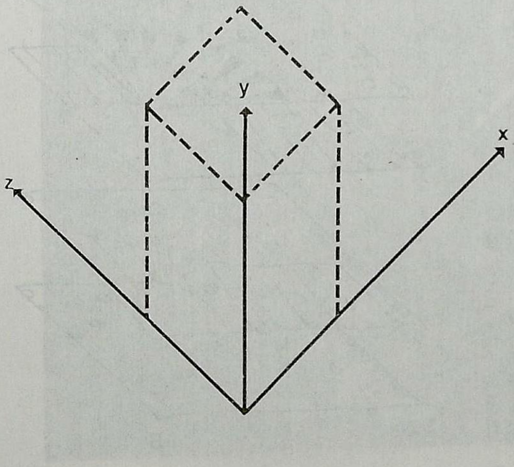
80. பூகோள இடமறியும் கருவி செயல்படும் முறை
(குளோபல் பொசிசனிங் சிஸ்டம்)



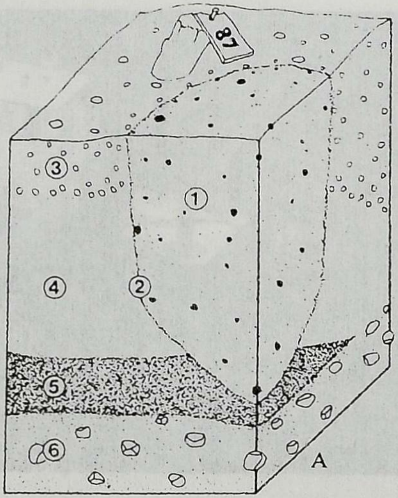
81. அகழாய்வுக் களமேடை
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



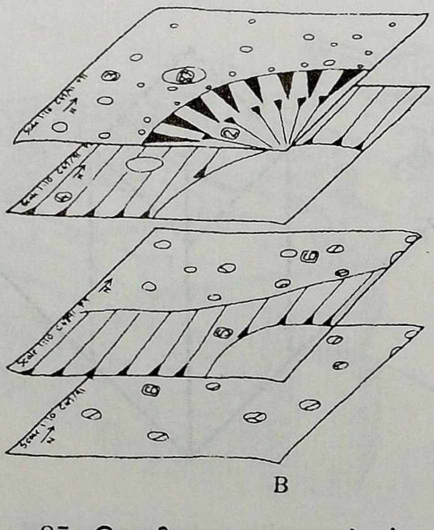
82. அகழாய்வுக் களமேடை



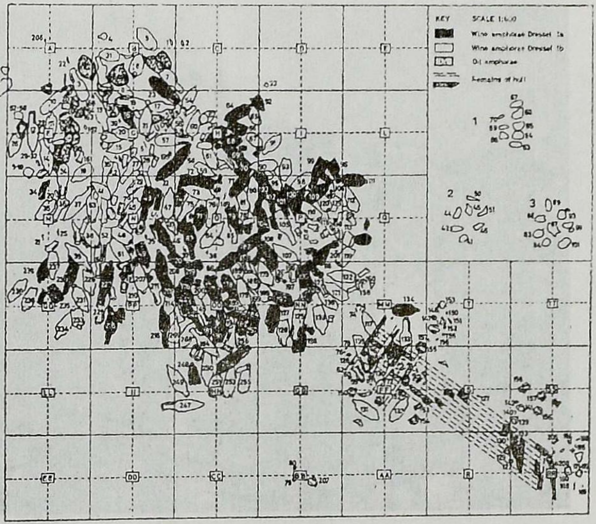
83. முப்பரிமாணங்கள்



84. முப்பரிமாண வரைபடம்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

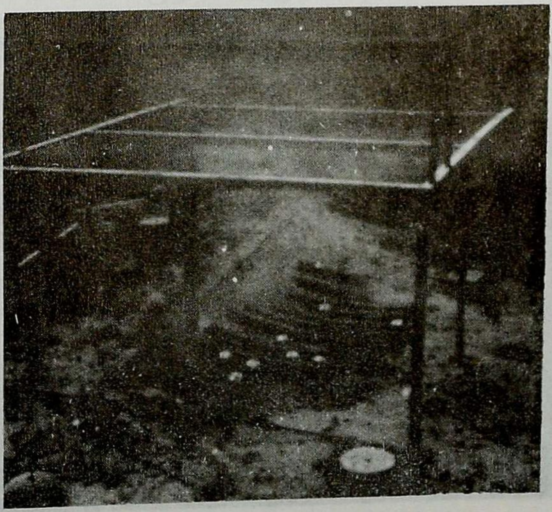


85. இருபரிமாண வரைபடங்கள்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



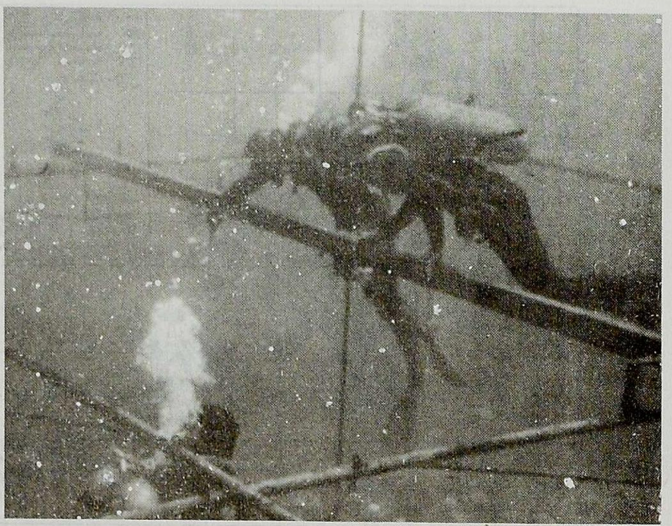
86அ. அளவிட்டுக் கட்டமைப்புகள்

(நன்றி: Taylor 1965)

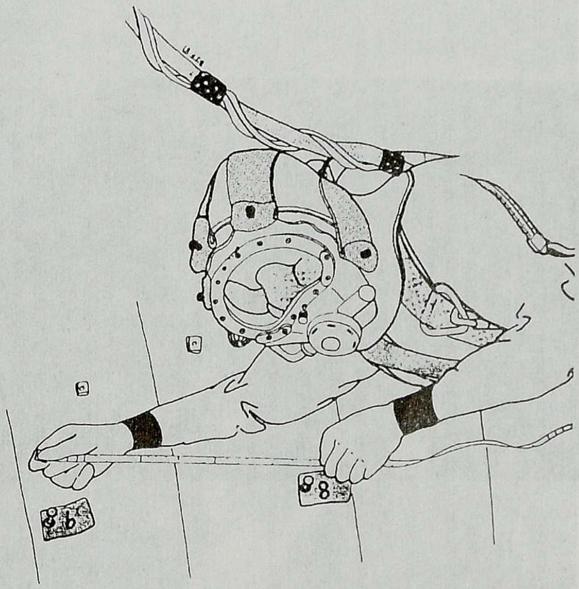


86ஆ. அளவிட்டுக் கட்டமைப்புகள்

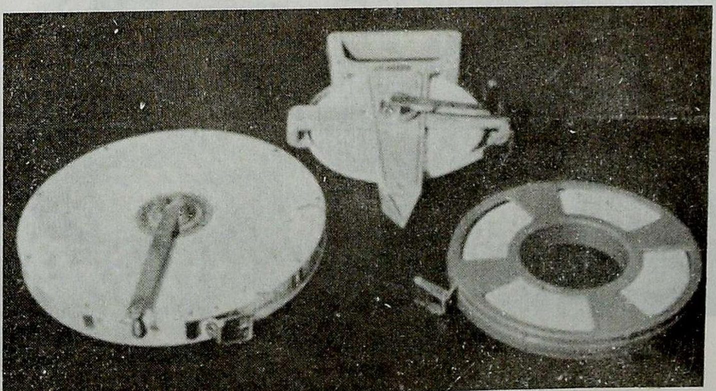
(நன்றி: Mukelroy 1978)



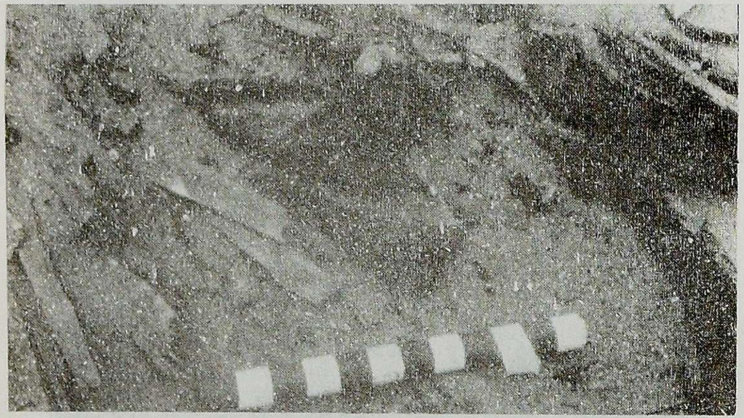
86இ. அளவீட்டுக் கட்டமைப்புகள்
(நன்றி: Mukelroy 1978)

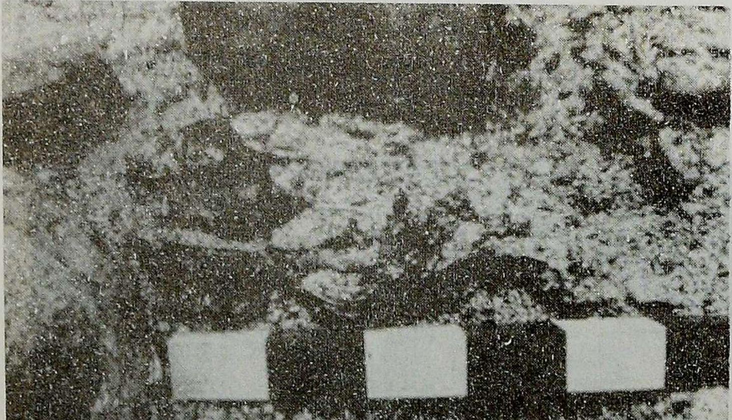


87. குறுக்களவிடு செய்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



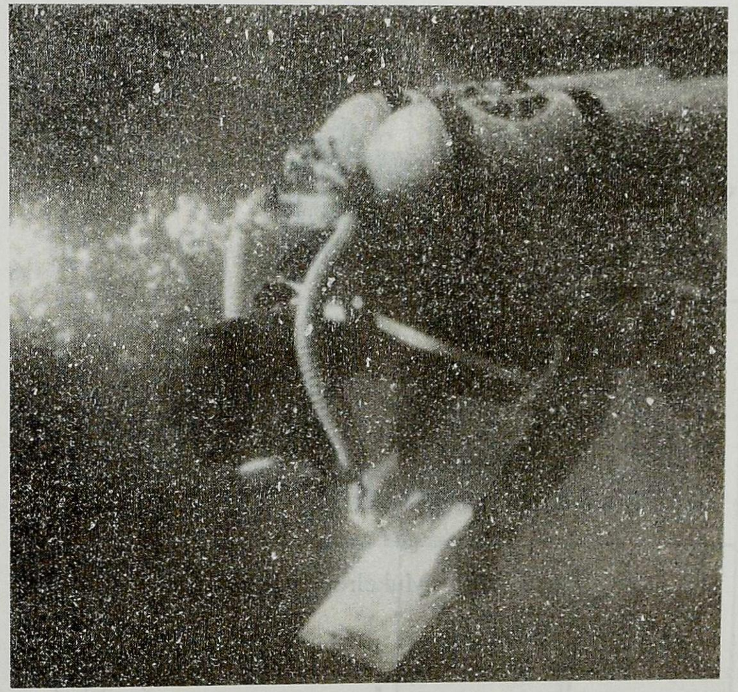
88. அளவு நாடாக்கள்
(நன்றி: Mukelroy 1978)





89. திண்ம அளவுகோல்கள்

(நன்றி: Mukelroy 1978)

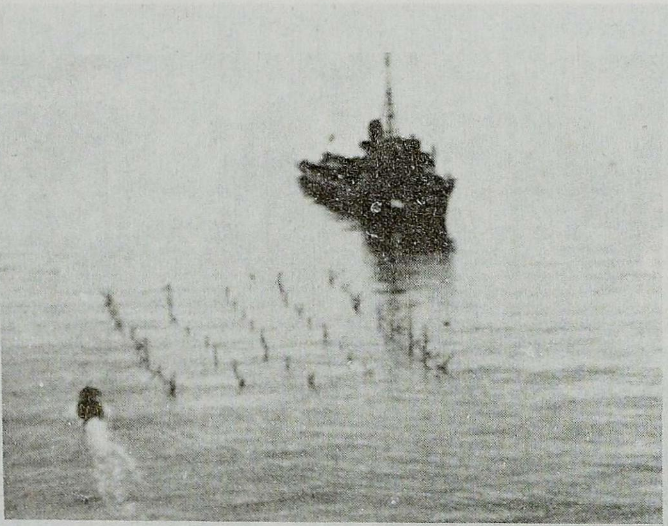


90. வரைபடப்பலகை

(நன்றி: Mukelrov 1978)

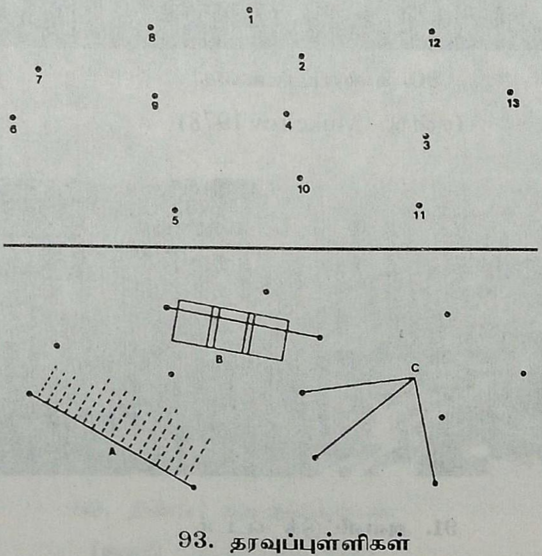
91. அளவீட்டுக் கட்டம்

(நன்றி: Mukelroy 1978)



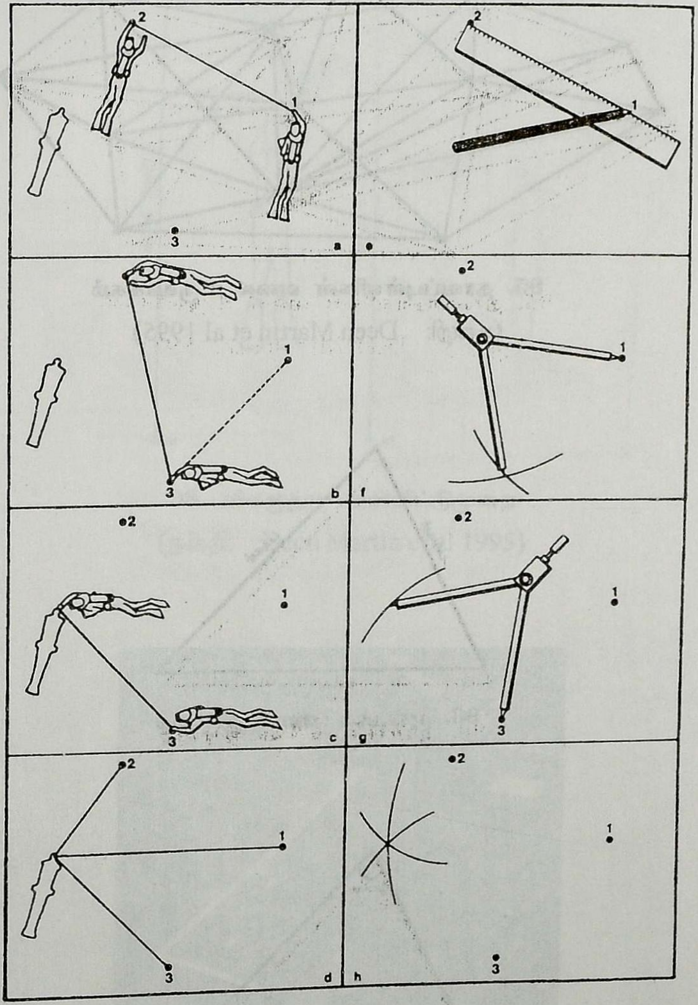
92. [illegible]

(நன்றி: Mukelroy 1978)



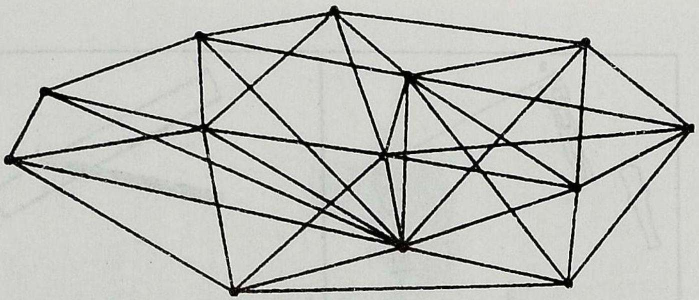
93. தரவுப்புள்ளிகள்

(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



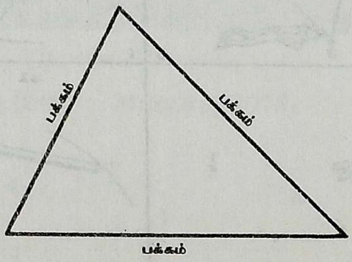
94. தரவுப்புள்ளிகளும் அளவிடுதலும்

(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

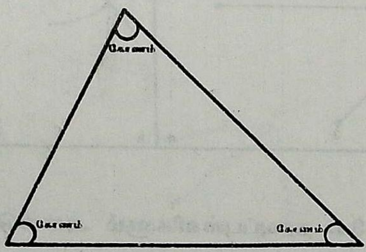


95. தரவுப்புள்ளிகள் வலை உருவாக்கம்

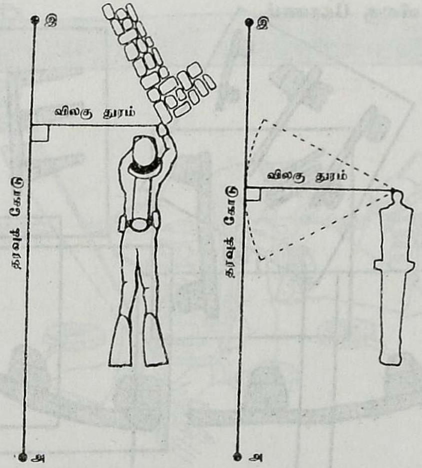
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



96. முப்பக்க அளவீட்டுமுறை

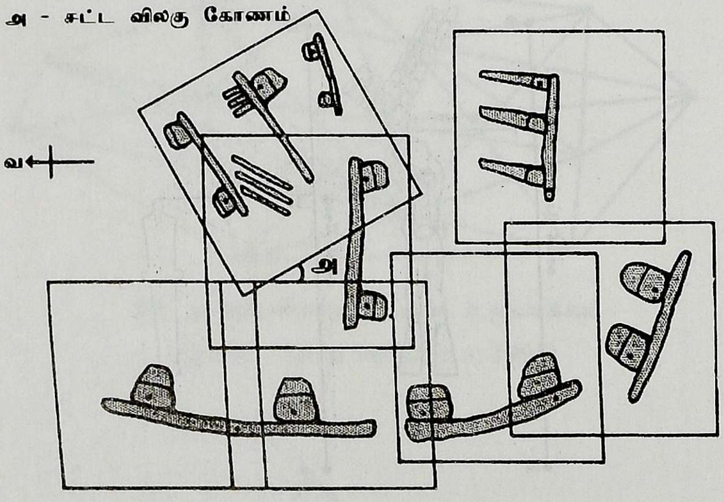


97. முக்கோண அளவீட்டுமுறை

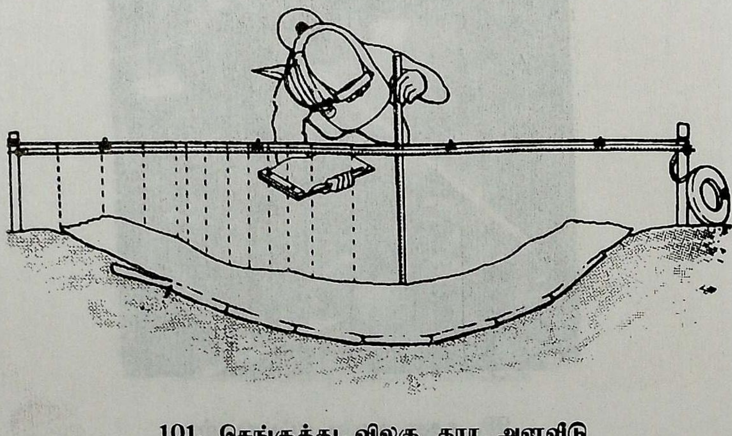


98. விலகுதூர அளவிட்டுமுறை
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

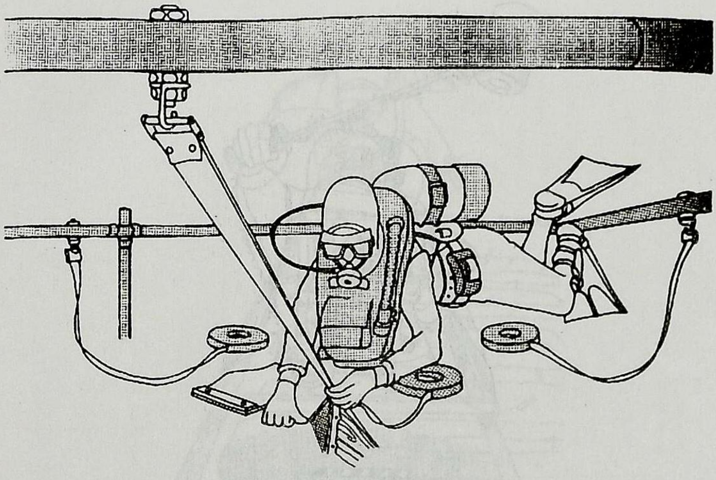
99. சதுர வடிவ சட்டங்கள்
(நன்றி: Mukelroy 1978)



100. சட்ட விலகு கோணங்கள்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

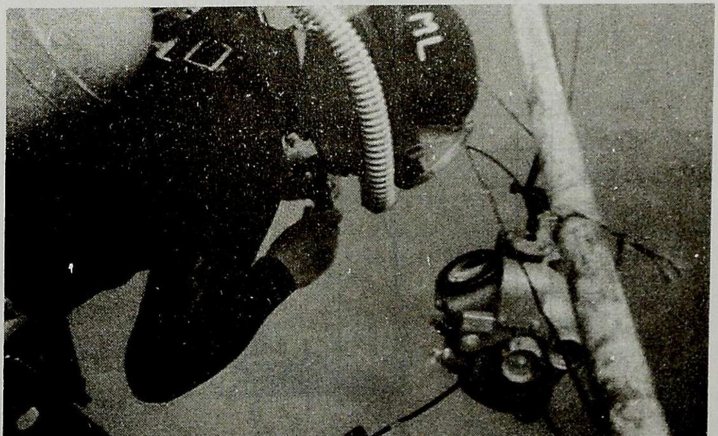


101. செங்குத்து விலகு தூர அளவிடு
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



102. செங்குத்து விலகு தூர அளவிடு

(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

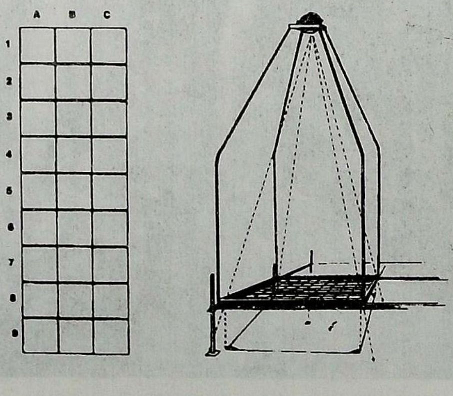


103. புகைப்படமெடுத்தல்

(நன்றி: Mukelroy 1978)

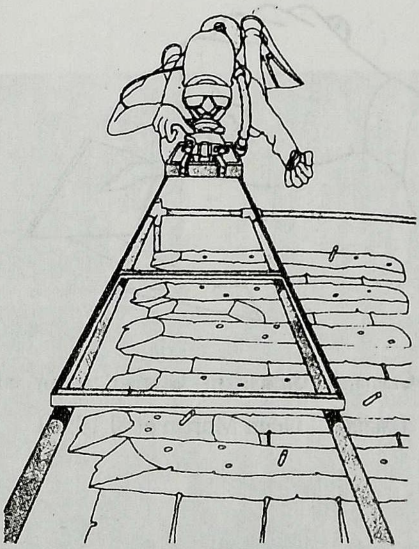
103ஆ. புகைப்படமெடுத்தல்

(நன்றி: Mukelroy 1978)

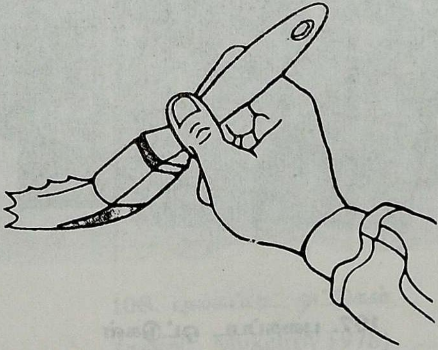


104அ. புகைப்பட கருவி தாங்கி

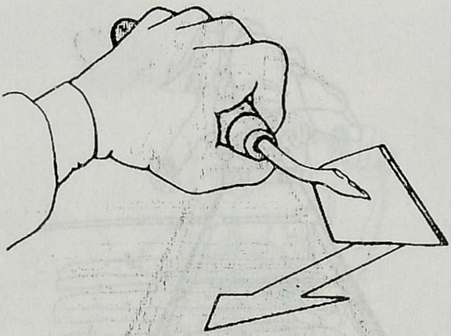
(நன்றி: George Bass 1970)



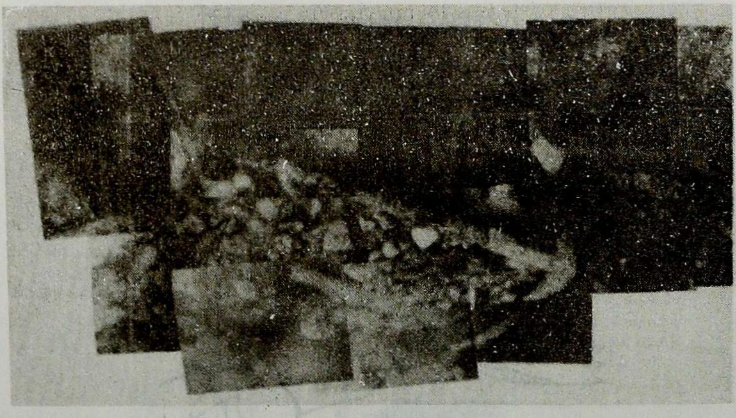
104.ஆ. புகைப்படமெடுத்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



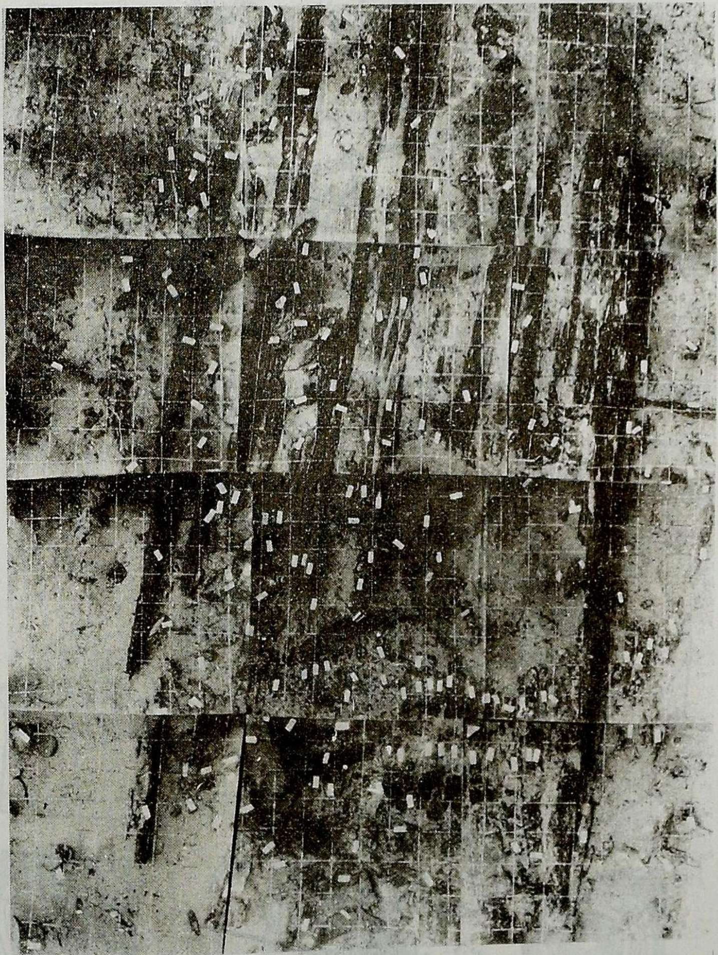
105. தொல்பொருளைத் துடைத்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



106. தொல்பொருள் மேலுள்ள பொருட்களை சுரண்டுதல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

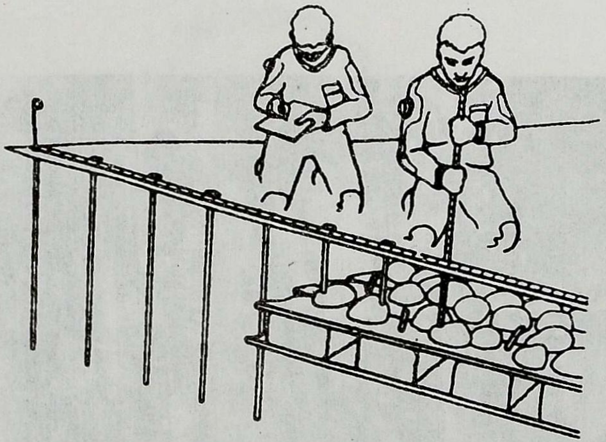


107. புகைப்பட ஒட்டுகள்
(நன்றி: Mukelroy 1978)



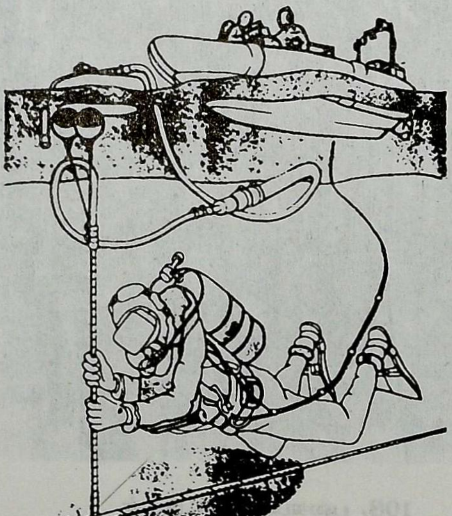
108. புகைப்பட ஒட்டுகள்

(நன்றி: Mukelroy 1978)



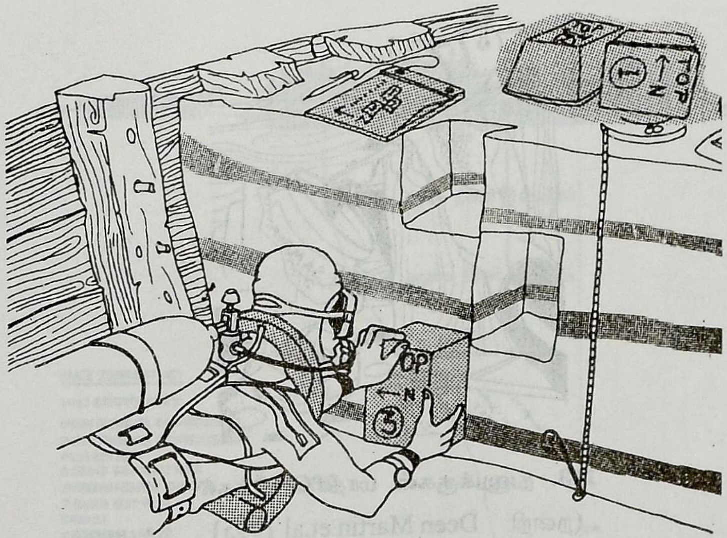
109. சோதனைத்துளையிடுதல்

(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

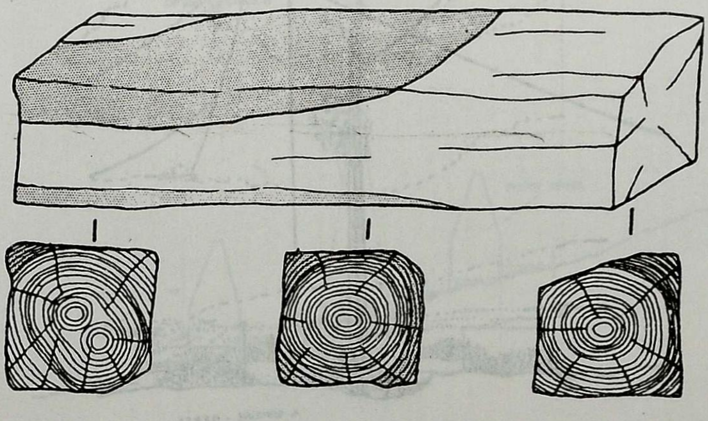


110. குறைந்த அழுத்த நீர்த்துளையிடும் கருவி

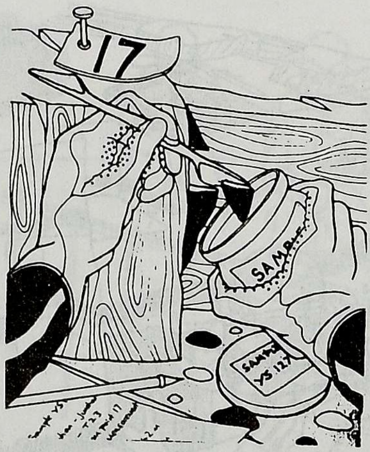
(நன்றி: Deen Martin et.ai 1995)



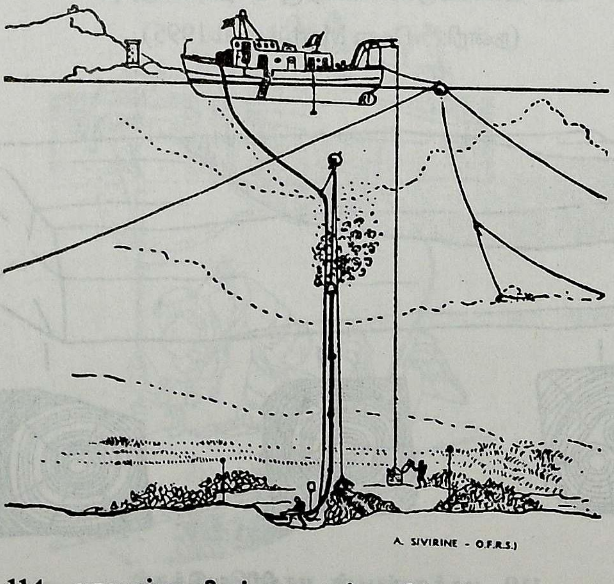
111. மண்ணடுக்காய்விற்கு மாதிரியெடுத்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



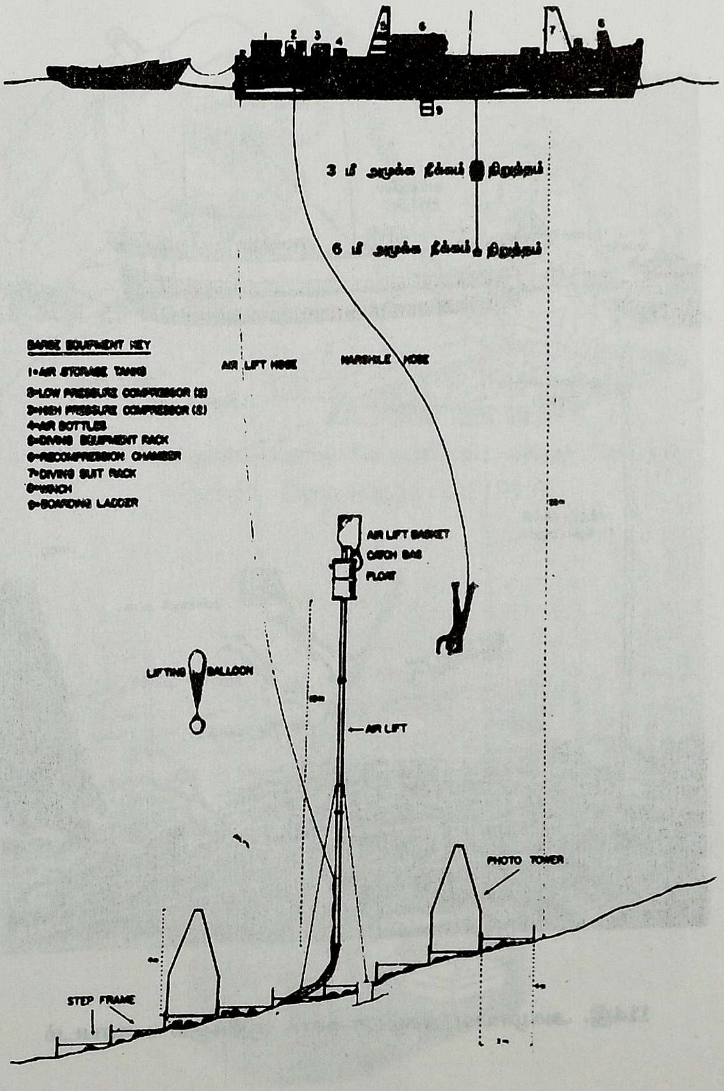
112. மரத்துண்டின் மாதிரியெடுத்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



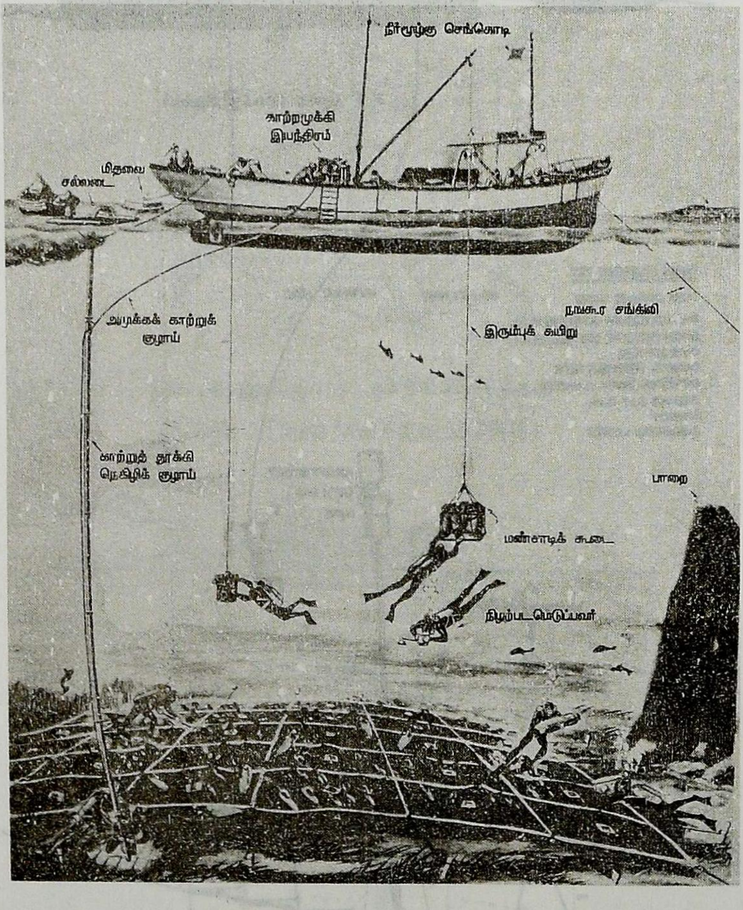
113. துணுக்குகள் மாதிரியெடுத்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



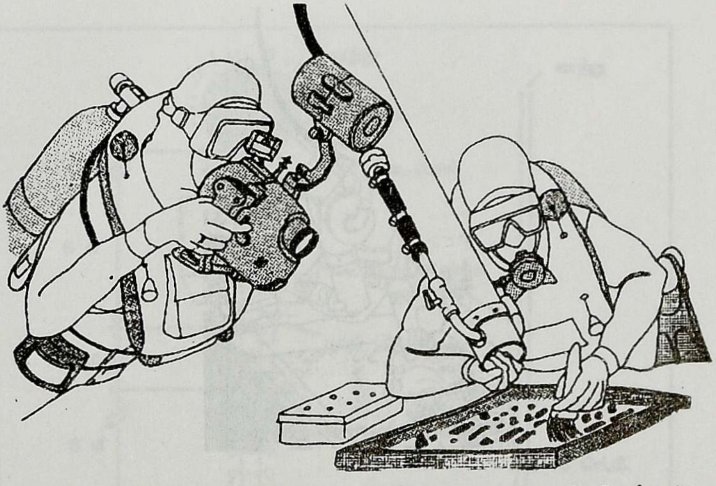
114. அகழாய்வு நிகழ்வுகளைக் குறிக்கும் வரைபடம்
(நன்றி: George Bass 1970)



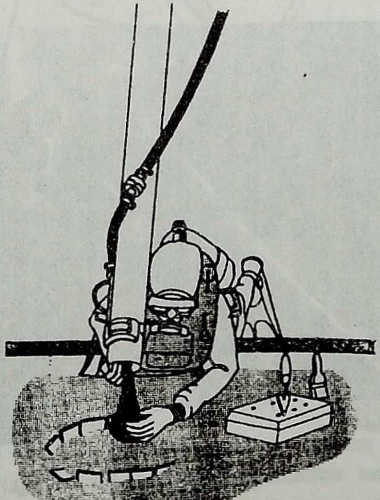
114. அகழாய்வு நிகழ்வுகளைக் குறிக்கும் வரைபடம்
(நன்றி: George Bass 1970)



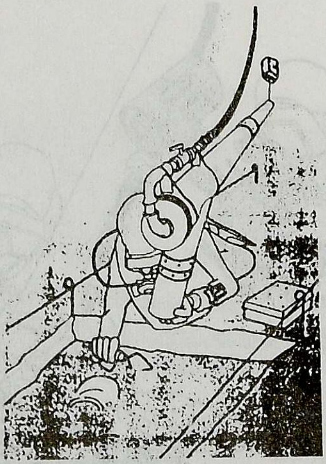
114இ. அகழாய்வு நிகழ்வுகளைக் குறிக்கும் வரைபடம்



115. காற்றுத்தூக்கியினால் மேற்பரப்பை சுத்தம் செய்தல்
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)

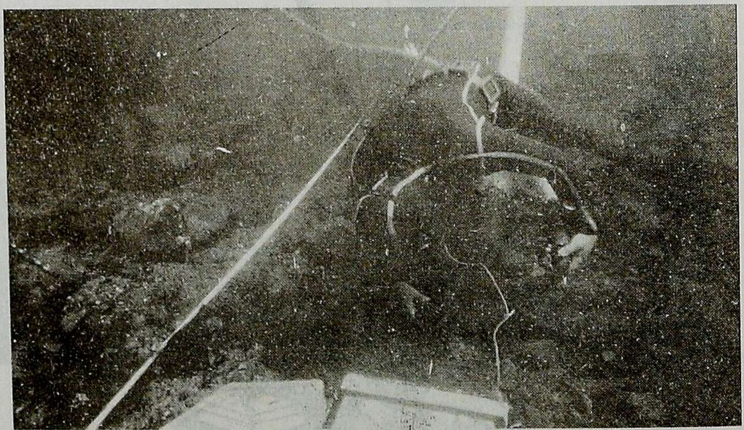


116. காற்றுத்தூக்கி
(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



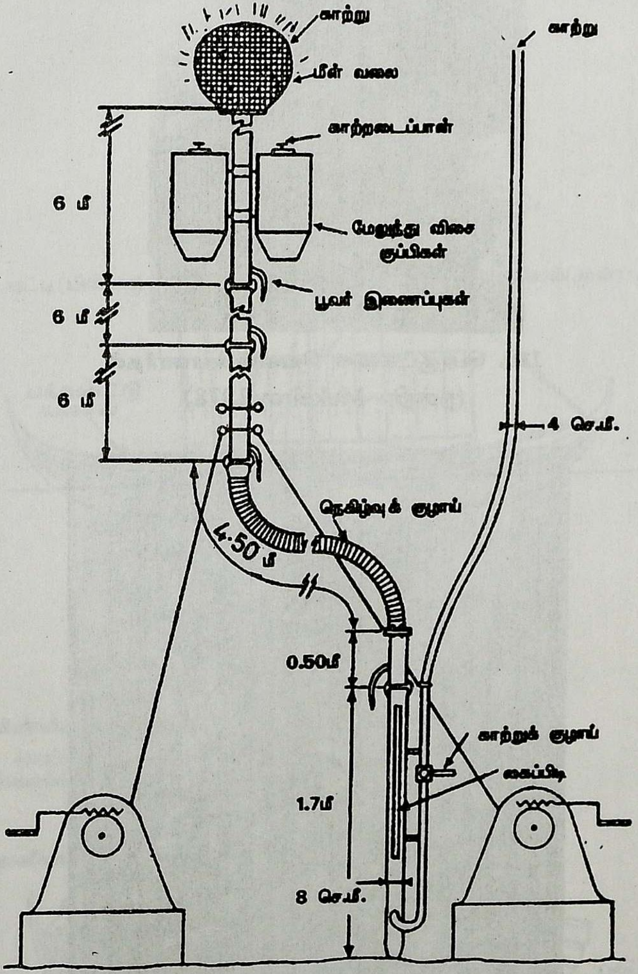
117அ. மண்வாரி

(நன்றி: Deen Martin et.al 1995)



117ஆ. மண்வாரி

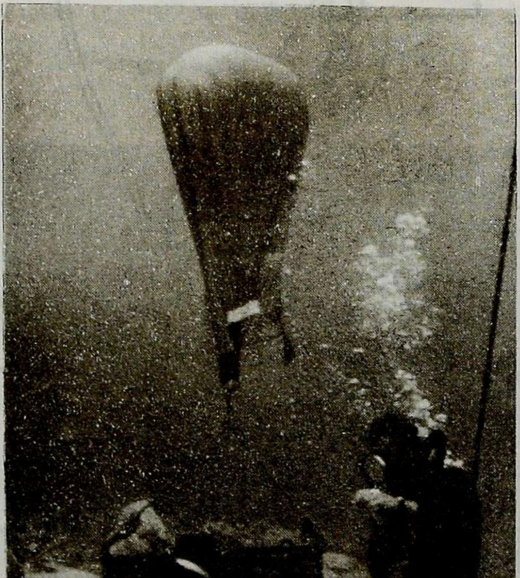
(நன்றி: Mukelroy 1978)



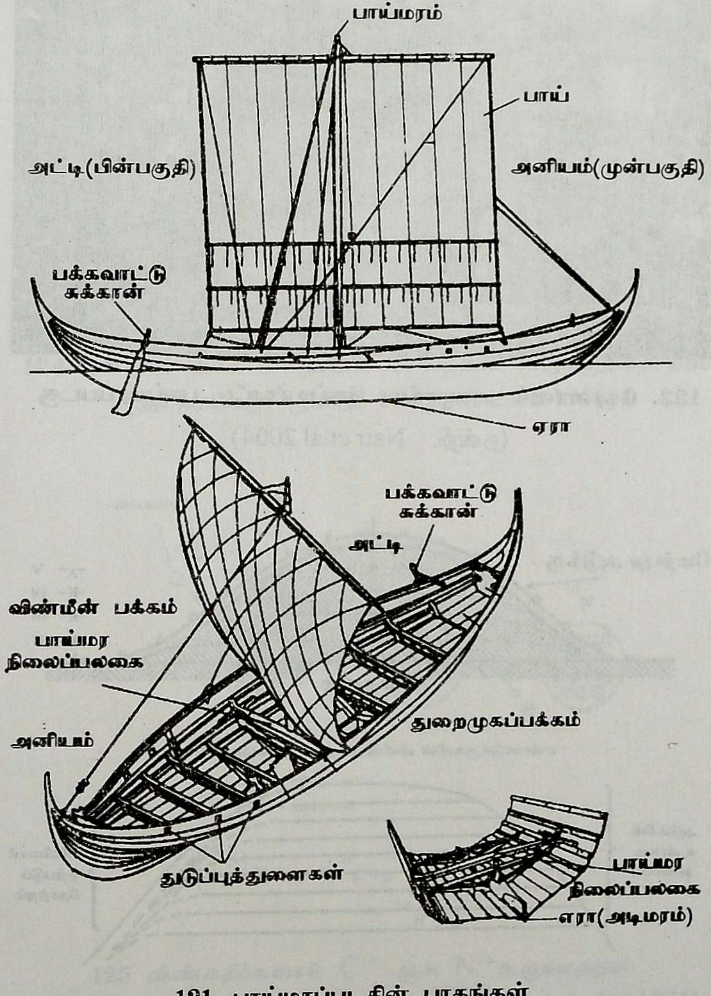
துனிசிக் கடலில் மதியா கப்பலை அகழாய்வு
செய்யப் பயன்படுத்தப் பட்ட காற்றுத்தூக்கியின் வரைபடம்

118. காற்றுத்தூக்கி செயல்முறை வரைபடம்
(நன்றி: Taylor 1965)

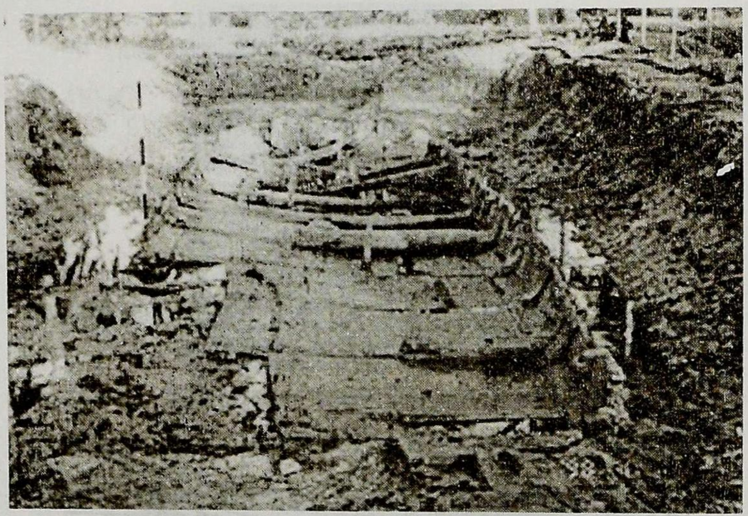
119. பொருட்களை வெளிக்கொணர்தல்
(நன்றி: Mukelroy 1978)



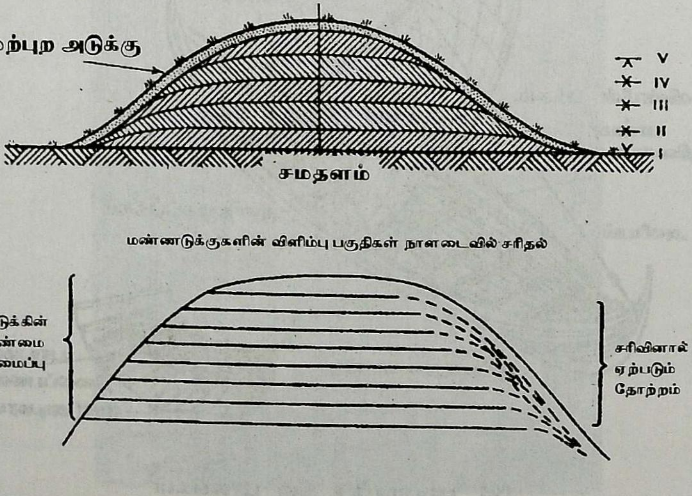
120. பொருட்களை மேல்கொணர்தல்
– (நன்றி: Mukelroy 1978)



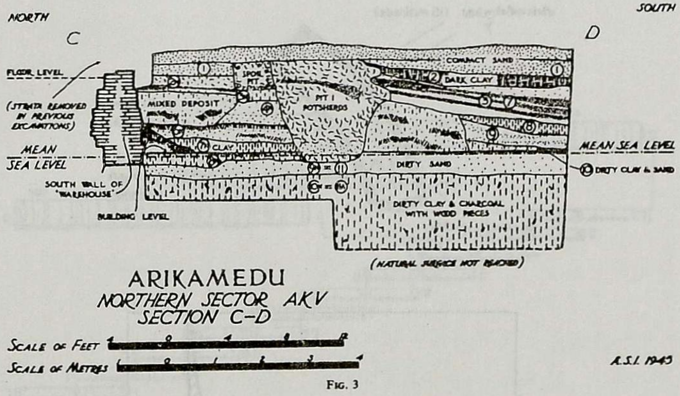
121. பாய்மரப்படகின் பாகங்கள்



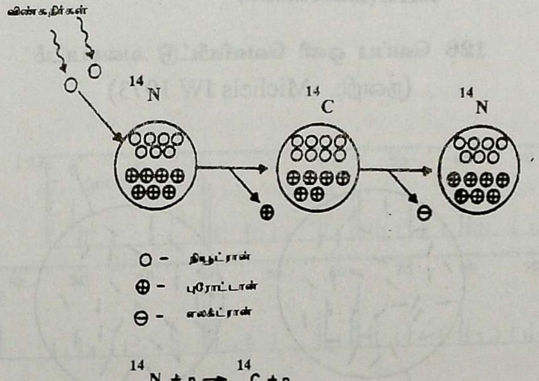
122. கேரளாவில் அகழாய்வு செய்யப்பட்ட பாய்மரப்படகு
(நன்றி: Nair et.al 2004)



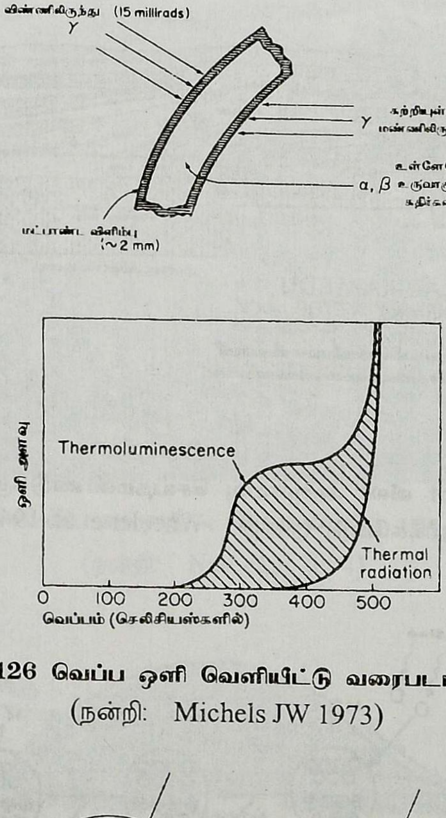
123. மண்ணடுக்குகள் உருவாதல், சிதைவுறுதல்
(நன்றி: Michels JW 1973)



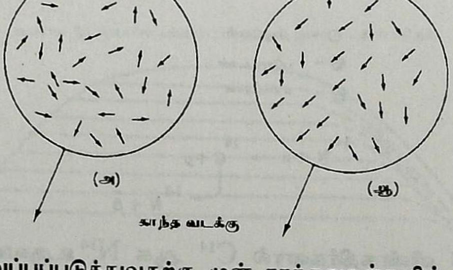
124 மார்டிமர் விலர் அகழாய்வு செய்தமண்ணடுக்குத்தோற்றம் (அரிக்கமேடு) (நன்றி: Wheeler et.al. 1946)



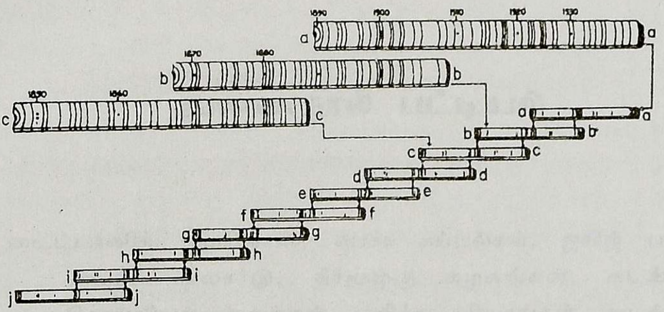
125 விண்கதிர்களால் C^{14} ஆக N^{14} உருவாதலும் பழைய நிலைக்குத் திரும்புதலும் (நன்றி: Michels JW 1973)



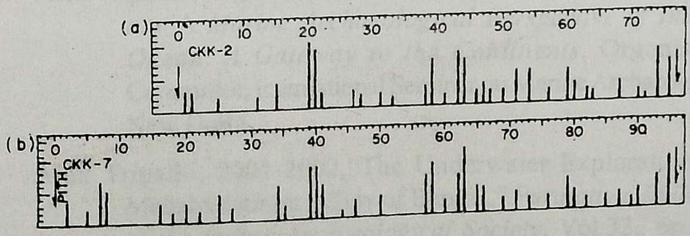
126 வெப்ப ஒளி வெளியீட்டு வரைபடம்
(நன்றி: Michels JW 1973)



127அ. வெப்பப்படுத்துவதற்கு முன் காந்ததுகள்களின் புலங்கள்
ஆ) வெப்பப்படுத்திய பின் காந்ததுகள்களின் புலங்கள்
(நன்றி: Michels JW 1973)



128 மரவளையக் கணக்கீடு முறை
(நன்றி: Michels JW 1973)



128 மரவளைய அளவு கோல்கள்
(நன்றி: Michels JW 1973)

துணைநூல் பட்டியல்

டைட்டானிக், மேரிரோஸ், வாசா கப்பல்கள், ஜார்ஜ் பாஸ், ராபர்ட் பலார்டு, நீர்மூழ்கு கழகங்கள், கடல்சார் தொல்லியல் துறைகள் குறித்த விவரங்கள் அடங்கிய இணையதளங்கள்.

Abdul Majeed, A., Thulasiraman, D. and Vasanthi, S., 1992, *Alagankulam A Preliminary Report,* State Department of Archaeology, Madras.

Abdul Majeed, A., 1987, "A Note on Korkai Excavations", *Tamil Civilization*, Quarterly Research Journal of Tamil University, Vol.5(1&2), pp.74-7.

Alok Tripathi (ed.), 2005, *Proceedings of the International Seminar A Marine Archaeological Perspective of Indian Ocean: A Gateway to the Continents*, Organising Committee, International Seminar on Marine Archaeology, New Delhi.

Alok Tripathi, 2001-2002,"The Underwater Exploration of Mahabalipuram in Bay of Bengal," *Puratattva, Bulletin of the Indian Archaeological Society*, Vol.32., pp.93-100.

Alok Tripathi, 2002, "Underwater Exploration off Mahabalipuram and Arikamedu," *Avanam, Journal of Tamilnadu Archaeological Society*, Vol.13., pp.145-9.

Alok Tripathi, 2004, *Excavation of Prince Royal*, Organising Committee, International Seminar on Marine Archaeology -2003, New Delhi

Athiyaman, N., 2000, *Pearl and Chank Diving of South Indian Coast - A Historical and Ethnographical Perspective*, Tamil University, Thanjavur.

Athiyaman, N., 2000-1, 'Stone Anchors from East coast of India a precursor for marine Archaeology of Tamil Nadu', *Proceedings of the Indian History Congress Millennium Session*, pp.1293-1310.

Athiyaman, N. and Jayakumar, P., 2004. "Ancient anchors off Tamil Nadu Coast and Ship Tonnage Analysis", *Current Science* 86(9), pp.1261-1267.

Athiyaman, N., 2005, *Conch,* Tamil University, Thanjavur.

Bass, G.F., 1970, *Archaeology Underwater*, Penguin Books, Middlesex.

Begley, V., 1996, *The Ancient port of Arikamedu,* (New Excavations and Researches 1989-1992),Vol.1, De Ecole Francaise D'extreme-orient. Pondicherry.

Behra, K.S. (ed.), 1999, *Maritime Heritage of India*, Aryan Books International, New Delhi.

Breeden, R.L., 1974, *Undersea Treasure*, National Geographic Society, Washington.

Chittick, N., 1980, "Stone Anchor shanks in the Western Indian Ocean", *International Journal of Nautical Archaeology*, Vol.9, pp.73-6.

Dayalan, D., 1987, "New Light on the location of the Ancient Sea port of Mamallapuram", *Tamil Civilisation*, Vol.5(1&2), pp.133-34.

Dean Martin et.al., 1995, *Archaeology Underwater*, Nautical Archaeology Society, Ports mouth.

Eric Kently, 1996, "The Sewn Boats of India's East Coast", *Tradition and Archaeology*, (ed. H.P. Ray and J-F. Salles), Manohar Publishers and distributers, New Delhi, pp.247-261.

Frost, H., 1970, "Bronze-Age Stone-anchors from the Eastern Mediterranean", *Mariners Mirror*, Vol. 56, pp.377-94.

Frost, H., 1971, "Anchors, the potsherds of marine archaeology: on the recording of pierced stones from the Mediterranean'', *The Colston Papers, XXIII,* Butterworth Scientific Publications, p. 397.

Gaur, A.S. et.al., 2001,"A group of Stone anchors from the waters of Dwarka, on the Gujarat Coast, India," *The International Journal of Nautical Archaeology,* Vol. 30.1, pp. 95-108.

Graver, D., 1978, *Padi Dive Manual,* PADI International, Santa Ana.

Interface, Bulletin from the NRSA Data Centre, Hydrabad.

Jayakumar, P. and Victor Rajamanickam, G., 1991, *Maritime History of South India,* Vol. 3. Unpublished Report submitted to CSIR, Tamil University, Thanjavur.

Jayakumar, P., 1999, "Merchants of the West Coast and their status in Chola country," *Studies in India's maritime trade through the ages,* Mukherjee, A.,(ed.), Institute of Historical studies, Calcutta, pp.27-36.

Jayakumar, P., 2000, *Ports of Tamil Nadu* (Tamil), Anbu Veliyeetakam, Thanjavur.

Jayakumar, P., and Athiyaman, N., 1996, 'kal nankoorangal', *Journal of Tamil Nadu Archaeological Society,* Vol.7, pp.129-136.

Jeppesen, 1977, *Sport diver manual,* Jeppesen Sanderson, Inc. Colorado.

Journal of Marine Archaeology, Society for Marine Archaeology, Goa, Vol.1 to 8.

Kapitan, G., "Stone-Shanks anchors of the Arab-Indian trade period- were they mooring anchors?", www.mm.gov.au/ Musuem /aima/bulletins/Bulletin18_2/ Anch.html,5.

Kapitan, G., 1984, "Ancient anchors : technology and classification," *International Journal of Nautical Archaeology*, Vol.13(1), p.35.

Karashima, N., "Trade Relations between South India and China during 13th and 14th centuries," *Journal of Eastwest Maritime Relations,* 1989, vol.1, pp.59-81.

Kasinathan, Natana, "Antiquity of Sea Voyage in Tamil Nadu," *Kalvettu, Journal of Tamil Nadu State Department of Archaeology*, 1997, Vol.50&51, pp.1-5.

Lucy Blue, Eric Kentley and Sean Mcgrail., 1998, "The Vattai Fishing Boat and Related Frame-first Vessels of Tamil Nadu", *South Asian Studies*, Vol.14, pp.41-74.

MacINNIS, J.B., 1983, "Exploring a 140-years old Ship Under Arctic Ice", *National Geographic*, Vol.164, No.1.pp104a-104d.

Muckelroy, K., 1978, *Maritime Archaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.

Michels, J.W., 1973, *Dating Methods in Archaeology*, Seminar Papers, New York.

Nagasamy, R. and Abdul Majeed. A., 1978, *Vasavasamudram,* Tamil Nadu State Department of Archaeology, Madras.

Nair, M.V., Selvakumar, V. and Gopi, P.K. 2004. "Excavations of a unique sailboat at Kadakkarappally, Kerala", *Current Science* 86(5), pp.709-12.

Natana Kasinathan,(ed.),1992, *Seminar on Marine Archaeology,* State Department of Archaeology, Madras.

Platt, R., 1997, *Ship Wreck,* Dorling Kindersley, London

Raban, A.,1990, "Medieval anchors from the Red Sea," *International Journal of Nautical Archaeology*, Vol.19(4), p.303.

Rajan, K., 1992, "Impact of Climate and Sea Level Fluctuations in Historical Context", *Seminar on Marine Archaeology,* State Department of Archaeology, Madras.

Rao, S.R., 1987, *Progress and Prospects of Marine Archaeology in India,* National institute of Oceanography, Goa, pp.53-55.

Rao, S.R., 1988, *Marine Archaeology of Indian Ocean Countries,* Proceedings of the First Indian Conference on Marine Archaeology of Indian Ocean Countries, Society for Marine Archaeology, Goa.

Rao, S.R., 1991, *Recent Advances in Marine Archaeology,* Proceedings of the Second Indian Conference on Marine Archaeology of Indian Ocean Countries, Society for Marine Archaeology, Goa.

Rao, S.R., 1994, *Role of Universities and Research Insititutes in Marine Archaeology,* Proceedings of the Third Indian Conference on Marine Archaeology of Indian Ocean Countries, Society for Marine Archaeology, Goa.

Rao, S.R., 1997, *An Integrated approach to Marine Archaeology of Indian Ocean Countries,* Proceedings of the Fourth Indian Conference on Marine Archaeology of Indian Ocean Countries, Society for Marine Archaeology, Goa.

Rao, S.R.,1995-6, "Underwater Explorations off Poompuhar-1993", *Journal of Marine Archaeology*, Vol. 5-6, pp.7-21.

Reseck, J., 1975, *SCUBA Safe and Simple*, Prentice-Hall of India Private LTD, New Delhi.

Sea Technology, Monthly News Magazine, Arlington, All Volumes of 2003 and 2005.

Sean Mçgrail, 2003, *Boats of South Asia*, RoutlegdeCurzon, London.

Sila Tripati, Gaur, A.S., Sundaresh, Gudigar, P., 1996, "Marine Archaeological Explorations in the Kaveripoompatinam Region :Fresh light on the structural remains", *Man and Environment,* Vol.21(1), pp.86-90.

Sila Tripati and Gaur, A.S., 1997, "Stone anchors from Sindhudurg Fort on the West Coast of India", *International Journal of Nautical Archaeology*, Vol.26, pp.51-7.

Sila Tripati, Guar, A.S., Sundaresh and Bandodker S.N., 1998, "Historical period Stone Anchors from Vijaydurg on the West Coast of India", *Bulletin of the Australian Institute for Maritime Archaeology*, Vol.22, pp.1-8.

Sila Tripati, 2000, *Maritime Archaeology*, Kaveri Book House, New Delhi.

Sila Tripati, G.Parthiban, K.H.Vora, Sundaresh and S.N. Bandodkar, 2003, "Lead ingots from a shipwreck off Poompuhar, Tamil Nadu, East Coast of India: Evidence for Overseas Trade and their Significance", *The International Journal of Nautical Archaeology*, Vol.32(2), pp. 225-237.

Sila Tripati, M.Sujatha, R. Vijendra Rao and K.Satyanarayana Rao, 2005, "Use of Timber in Shipbuilding Industry: Identification and Analysis of Timber from shipwrecks off Goa Coast, India", *Current Science* 89(6), pp.1022-1027.

Sila Tripati, Ali Manikfan and Mohamed M., 2005, "An Indo-Arabian Type of Stone Anchor from Kannur, Kerala,

West Coast of India", *The International Journal of Nautical Archaeology*, Vol.34(1), pp.131-136.

Soundararajan, K.V., 1994, *Kaveripattinam Excavations 1963-73- A Port City of the Tamil Nadu Coast*, Memoirs of the Archaeological Survey of India-90, New Delhi.

Sridharan, K., 1982, *A Maritime History of India*, Ministry of Information and Broadcasting, New Delhi.

Sundaresh et.al, 1999, "Stone anchors from Okhamandal Region, Gujarat Coast, India," *The International Journal of Nautical Archaeology,* Vol. 28(3),pp. 229-252.

Sundaresh, A.S.Gaur, Sila Tripati and K.H.Vora, 2004, "Underwater investigations off Mahabalipuram, Tamil Nadu, India", *Current Science,* Vol.86(9), pp.1231-1237.

Swamy, L.N., 1997. *Boats and Ships in Indian Art*. Harman Publishing House, New Delhi.

Taylor, J. 1965. *Marine Archaeology*. Hutchinson,London.

Vohra, K.H., 1987, "A Note on Geophysical Explorations for Marine Archaeology of Tamil Nadu Coast, India", *International Journal of Nautical Archaeology,* Vol. 16(2), pp.159-64.

Vora, K.H., Gaur, A.S., David Price and Sundaresh,2002, "Cultural sequence of Bet Dwarka island based on thermoluminescene dating", *Current Science*, Vol.82(11), pp.1351-6.

Wheeler, R.E.M., Ghosh, A. and Krishnada Deva, 1946, "Arikamedu:An Indo-Roman Trading Station on the East Coast of India", *Ancient India,* Vol.2, pp.17-124.

the West Coast of India", *The International Journal of Nautical Archaeology*, Vol.34(1), pp.121-126.

Soundararajan, K.V., 1994, *Kaveripattinam Excavations 1963-73: A Port City of the Tamil Nadu Coast*, Memoirs of the Archaeological Survey of India-90, New Delhi.

Sridharan, K., 1982, *A Maritime History of India*, Ministry of Information and Broadcasting, New Delhi.

Sundaresh et al., 1999, "Stone anchors from Okhamandal Region, Gujarat Coast, India", *The International Journal of Nautical Archaeology*, Vol. 28(3), pp.229-252.

Sundaresh, A.S.Gaur, Sila Tripati and K.H.Vora, 2004, "Underwater investigations off Mahabalipuram, Tamil Nadu, India", *Current Science*, Vol.86(9), pp.1231-1237.

Swamy, L.N., 1997, *Boats and Ships in Indian Art*, Harman Publishing House, New Delhi.

Taylor, J., 1965, *Marine Archaeology*, Hutchinson, London.

Vohra, K.H., 1987, "A Note on Geophysical Explorations for Marine Archaeology of Tamil Nadu Coast, India", *International Journal of Nautical Archaeology*, Vol. 16(2), pp.159-64.

Vora, K.H., Gaur, A.S., David Price and Sundaresh, 2002, "Cultural sequence of Bet Dwarka island based on thermoluminescence dating", *Current Science*, Vol.83(11), pp.1351-1357.

Wheeler, R.E.M., Ghosh, A. and Krishnadeva, 1946, "Arikamedu: An Indo-Roman Trading Station on the East Coast of India", *Ancient India*, Vol.2, pp.17-124.

கலைச்சொற்கள்

அகக்காரணி	- Internal Factor
அகழாய்வில் திட்டமிடுதல்	- Excavation Planning
அகழாய்வு செய்தல்	- Excavation
அகழாய்வு வரைபட அளவீட்டுப் பதிவுகள்	- Recording the Survey Drawings
அகழாய்வுக் கருவிகள்	- Excavation Tools
அகழாய்வுப் படிமுறை	- Excavation Sequence
அட்சரேகை	- Latitude
அட்டி	- Stern
அட்டையிடுதல்	- Tagging
அடிப்படைப் புள்ளி	- Datum Point
அடிமரம்	- Keel of a boat
அடுக்குகளைப் பதிவு செய்தல்	- Recording the Stratigraphy
அமுக்க நீக்கக் கூடாரம்	- Decompression Chambers
அமுக்க நீக்க நேரம்	- Decompression Period
அமுக்க நீக்க நோய்	- Decompression Sickness
அமுக்க நீக்கம்	- Decompression
அயல்நாட்டினர் பயணக்குறிப்புகள்	- Foreign Travelers' Accounts
அரசு ஆவணங்கள்	- Government Records
அலை	- Wave

அலைகளின் வலிமை	-	Wave Strength
அலைவரிசை	-	Frequency
அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி	-	Regulators
அழுத்தம் காட்டி	-	Pressure Gauge
அளவிடுதல் கட்டமைப்பு	-	Frame work of Survey
அளவிடுதல் நுட்பப் பயிற்சி	-	Surveying Technique Training
அளவிடுதலின் அடிப்படைகள்	-	Basics of Surveying
அளவிடுதலின். வகை	-	Type of Survey
அளவீட்டு அட்டவணை	-	Survey Tables
அளவீட்டுக் கருவி	-	Survey equipment
அளவீட்டுச் சங்கிலிகள்	-	Survey Chains
அளவீட்டுச் சட்டம்	-	Survey Grid
அளவீட்டுப் புள்ளி	-	Survey Point
அளவீட்டு முறைகள்	-	Survey Methods
அளவீட்டு வரைபடங்கள்	-	Survey Drawings
அளவீட்டைத் தரப்படுத்துதல்	-	Standardisation
அளவீடுகளை வரைபடமாக்குதல்	-	Drawing the Surveyed Points
அளவுகளை .நிலைப்படுத்துதல்	-	Standardising the Measurements
அளவுத் துல்லியம்	-	Accuracy
அளவு நாடா	-	Tape
அறிவியல் முறைத் தொல்லியல் குழு	-	Scientific Archaeological Group
அறிவியல் முறைக் காலக்கணிப்பு	-	Scientific Dating
அறையாணி	-	Rivet
அனியம்	-	Bow of a boat
ஆங்கிலேய கடல்சார் குழுமம்	-	British Sub- Aqua Club
ஆடிகள் கோட்பாட்டுக் கருவி	-	Optical Instruments
ஆடிகள்	-	Lens

ஆய்வுக் கள எல்லையை வரையறுத்தல்	-	Defining the Research Period
ஆய்வுக் களத்தில் புகைப்படமெடுத்தல்	-	Field Photography
ஆய்வுக்களம்	-	Study Area
ஆய்வுப்பரப்பு	-	Field Area
ஆய்வுமுறை வரைவு	-	Research Proposal
ஆவணங்கள் மாதிரிப் படிவங்கள்	-	Sample Recording forms
ஆழ்கடல் அழுத்தம்	-	Deep Sea Pressure
ஆழ்கடல் அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை	-	Sub- sea Science and Technology Division
ஆழ்கடலில் கப்பலின் இடம் குறித்தல்	-	Deep Sea Position Fixing
ஆழ்கடலில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள்	-	Deep Sea Vessels
ஆழமானி	-	Depth Gauge
இந்தியத் தொல்லியல்துறை	-	Archaeological Survey of India
இரட்டைப் பாய்மரங்கள்	-	Double- masted
இரட்டை கனமுள்ள அடிப்பகுதி	-	Double bottomed hull
இருபரிமாண வரைபடங்கள்	-	Two Dimensional Drawings
இரும்பு நங்கூரம்	-	Metal Anchor
இழுவலை	-	Trawl Net
இறுகுபிடி கருவிகள்	-	Grabs
உடலியல் இடர்கள்	-	Physiological Dangers
உடை	-	Suits
உபகரணங்கள் குழு	-	Tools Group
உமிழ்விளக்கு	-	Flash Light
உயிர்காற்று நச்சு	-	Oxygen Poisoning

உருளை	- Air Cylinders
உருளைத் தெப்பம்	- Raft barrel
உலக நடுக்கோடு	- Equator
உலோக உருக்கு உலை	- Furnace
உலோகக் கலவை	- Alloy
உலோகம் கண்டுபிடிக்கும் கருவி	- Metal Detector Search
உறவுமுறைத் தரவுத்தளம்	- Relational Database
எண்ணிடும் முறை	- Numbering Method
எதிரொலி ஆழமானி	- Echo- Sounder
எந்திர விசிறி	- Propeller
எரிமலைக்குழம்பு	- Lava
எல்லைகளைக் குறியிடுதல்	- Marking the Boundary
ஏரா	- Keel of a boat
ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் தேசிய கடல் மற்றும் நிலவெளி ஆணையம்	- National Oceanic and Atmospheric Administration
ஐசோடோப்பு	- Isotope
ஒலிபரப்புத் தளம்	- Transmission Stations
ஒலி அலை	- Sound Wave
ஒலி அலையை அனுப்பும் கருவி	- Transducer
ஒலிக் கருவிகள்	- Acoustic Instruments
ஒளி அமைப்பு	- Lighting
ஒளிக்கோண அமைப்பு	- Light Angle
ஒளிச்சுருளை வளப்படுத்தல்	- Film Development
ஓதம்	- Tide
ஓலைச்சுவடிகள்	- Palm leaf Manuscripts
கட்டடப்பகுதிகளில் அகழ்வு	- Excavation of Submerged Structures
கட்டற்று நீந்தித் தேடுதல்	- Swim line search
கட்டு நீங்கி நீந்துதல்	- Free swimming

கடப்பலகை	-	Balance Board
கட்டுமானத் திறன்	-	Construction Power
கட்டுமானத் துளை	-	Naval Pitch
கடல் அறிவியல் அறிஞர்	-	Marine Scientist
கடல் அளவீட்டாளர்	-	Marine Surveyor
கடல் காந்தப்புலமானி	-	Marine Magnetometer
கடல் பஞ்சாங்கம்	-	Nautical Almanac
கடல்சார் பயணங்கள்	-	Maritime Voyages
கடல்சார் வரலாறு	-	Maritime History
கடல்சார் வணிகம்	-	Maritime Trade
கடல்சார் வணிக வரலாறு	-	History of Maritime Trade
கடல் போர் நுட்பம்	-	Sea war Techniques
கடல்மட்ட உயர்வு தாழ்வு	-	Sea Level Variation
கடல்மட்ட வேறுபாடு	-	Sea Level Changes
கடல்வரைபடம்	-	Bathymetric and Sea Map
கடல் வரைபடப் பலகை	-	Underwater Drawing board
கடல் நிலஇயல்	-	Marine Geology
கடல் தொல்லியல்	-	Marine Archaeology
கடலகழாய்வு	-	Underwater Excavation
கடலகழாய்வாளர்	-	Marine Archaeologist
கடலகழாய்வுக்கழகம்	-	Society for Marine Archaeology
கடலகழாய்வுத் தொழில் நுட்பம்	-	Underwater Excavation Techniques
கடலகழாய்வு மையம்	-	Marine Archeology Centre
கடலில் சற்றுத் தொலைவில் இடம் குறித்தல்	-	Offshore Position Fixing
கடலில் தொல்பொருள் இடம் குறித்தல்	-	Position Fixing in the Sea
கடற்கரை அமைப்பு மாற்றம்	-	Coastline Change
கடற்கரை மாற்றங்கள்	-	Coastline Changes

கடற்கரையோர் நீரோட்டம்	-	Long shore Current
கடற்கன்னி	-	Mermaid
கடற்சார் தொல்லியல்	-	Maritime Archaeology
கடற்செலவு	-	Navigation
கடற்செலவுத் தொல்லியல்	-	Nautical Archaeology
கடற்செலவுத் தொல்லியல் கழகம்	-	Council for Nautical Archaeology
கடற்தாவரங்கள்	-	Sea Plants
கடற்படைத்தளம்	-	Naval Base
கடற்படை நீர்மூழ்குநர்	-	Navy Diver
கடற்படை	-	Navy
கடற்புதையல்	-	Undersea Treasure
கடிசு	-	Balance Board of a boat
கண்காணிப்பாளரின் கையேடு	-	Superintend's Register
கண்காணித்தல்	-	Supervising
கதிரியக்கம்	-	Radiation
கப்பல்துறை	-	Wharf or Jetty or Harbour
கப்பல் நாட்குறிப்புகள்	-	Ship Daily Logs
கப்பல் கட்டும் தொழில்நுட்பம்	-	Ship Building Technology
கப்பல் கட்டும் நுட்பாளர்	-	Ship Architect
கப்பல் பதிவேடு	-	Ship Log
கப்பல் பணிமனைகள்	-	Dockyards
கப்பல் தொழில்நுட்பம்	-	Ship Technology
கப்பல் போக்குவரத்து	-	Ship Transport
கப்பலின் அடிப்பகுதி	-	Hull of the Ship
கப்பற்பணியாளர்	-	Seaman
கரிமவேதியற் பொருள்	-	Organic element
கருவிகள் குழு	-	Equipment Group
கருவிகளை இயக்கும் பொறியியல் வல்லுநர்கள்	-	Instrumentation Engineers
கருவி எண்	-	Instrument Number

கரைக்கருகில் உள்ள தொல்பொருள்களின் இடமறிதல்	-	Near shore Position Fixing
கரையோரங்களில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள்	-	Coastal Vessels
கல்நங்கூரம்	-	Stone Anchor
கல்வெட்டுக்கள்	-	Epigraphs
கலங்கரை விளக்கம்	-	Light House
கலந்துரையாடுதல்	-	Group Discussion
கழிமுகம்	-	Lagoon
கள ஆய்வு	-	Field Research
களக் கட்டமைப்பு	-	Survey Grid
களப்பணிக்கான திட்டமிடுதல்	-	Fieldwork Planning
களப்பணி முறை	-	Field work Method
களமேடை	-	Working Platform
காண்பொளிப் படங்கள்	-	Video Pictures
காந்தசக்தி	-	Magnetic Force
காந்தப்புலம்	-	Magnetic Pole
காந்தப்புல வடக்கு	-	Magnetic North
காந்தப்புல வேறுபாடு	-	Magnetic Variation
காந்தபுல வேறுபாடறியும் கருவி	-	Magnetometer
கார்பன் 14 கதிரியக்க காலக்கணிப்பு	-	Carbon 14 Dating - C^{14}
கார்பன் டை ஆக்சைடு நச்சு	-	Carbon Dioxide Poisoning
கார்பன் மோனாக்சைடு நச்சு	-	Carbon Monoxide Poisoning
காலணி	-	Boots
காலக்கணிப்பிற்காக மாதிரி எடுத்தல்	-	Sampling for Dating
காற்று அமுக்கி	-	Compressor
காற்றுக்குப்பி	-	Air Cylinder
காற்றுத்தூக்கி	-	Air Lift

கிழக்கு நாடுகளின் தொல்லியல்	-	Archaeology of the East
குழு அமைப்பு	-	Group Formation
குறுக்காய்வு	-	Cross Checking
குறுக்கு அளவீடு	-	Cross Surveying
குறுக்குக் கழிகள்	-	Cross Posts
குறுக்குப் பலகைகள்	-	Cross Boards
குறைந்த அழுத்த நீர்கொண்டு துளையிடும் கருவி	-	Water Probe
குறுந்துளைத் திறப்பு வேகம்	-	Shutter Speed
கேளா ஒலி அலை	-	Ultra Sonic Wave
கொக்கி	-	Hooks
கொள்கைசார் அளவீட்டுக் கட்டம்	-	Theoretical Survey Grid
கோபுர அமைப்பு	-	Tower
கோள்கள்	-	Planets
சட்ட அளவீடு	-	Grid Survey
சட்டக முறைத் தேடுதல்	-	Grid Search
சட்டங்களின் இடமறிதல்	-	Position Fixing of Grids
சட்டங்களின் கோணமறிதல்	-	Orientation Angle of Grids
சதுர வடிவச் சட்டங்கள்	-	Square Grids
சமஅழுத்த நீர்மூழ்கு மூச்சுக் கருவி	-	Self Contained Underwater Breathing Apparatus (SCUBA)
சமப்படுத்தும் பலகை	-	Balance board of a boat
சம அழுத்த நீர் மூழ்குதல்	-	Equi- pressure Diving
சாயப்பட்டறை	-	Dying Industry
சான்றுகளை மீளாய்வு செய்தல்	-	Revisiting the Sources
சிதைப்பு முறை ஆய்வு நுட்பம்	-	Destructive Investigative Techniques
சிப்பி	-	Shell
சிறப்புத்தேடுதல் முறை	-	Special Search Method
சுக்கான்	-	Rudder

சுரங்கத் தொழில்நுட்பம்	Mining Technology
சுரண்டி	Scrapers, Mason's Trowel
சுற்றுச்சூழல் குழு	Environment Archaeological Group
சூரியப் புள்ளி	Sun Spot
சூழல் சான்றுகளைப் பதிவு செய்தல்	Recording the Environment
செங்குத்து விலகுதூர வரைபடங்கள்	Vertical offset Drawing
செயற்கை நீருற்று	Artificial Fountain
செயற்கைக்கோள்	Satellite
செயற்கைத் தீவு	Crannog
செவ்வியல் காலத் தொல்லியல்	Classical Archaeology
சேண்மானி	Sextant
சேமிப்புக் கிடங்கு	Warehouse
சேவைக்குழு	Volunteers Group
சோதனைச் சுருள்	Sample Film
சோதனைத் துளையிடுதல்	Probing
டைட்டானிக் கழகம்	Titanic Council
தட்டைப்படகு	Barge
தட்ப வெப்ப மாறுபாடு	Climatic Changes
தடுக்கிதழை	Valve
தண்டு	Pole
தரவுகள்	Data
தரவுகள் சேமித்தல்	Data Storage
தரவுகள் பதிவுசெய்தல்	Data Recording
தரவுகளை ஒருங்கிணைத்தல்	Integrating the Data
தரவுத்தள மென்பொருள்	Database Program
தரவுப்புள்ளி	Datum Point
தரவுப்புள்ளி வலை	Data Point Net
தரவுவங்கி	Data Bank
தலைக்கவசம்	Helmet
தவறு நிகழ்தலை எதிர்நோக்குதல்	Expecting the Error

தளப்படம்	- Plan
தளம் (கப்பல்)	- Deck of a Ship
தற்காப்புப் படகு	- Life Boat
தற்காலிகக் குறுக்கு வெட்டு	- Temporary Sections
தனியார் , நாட்குறிப்பேடு	- Personal Dairy
தானியங்கி காண்பொளிப்படக்கருவி	- Remotely Operated Vehicle
திசைப்படம்	- Direction Drawing
திசைமானி	- Compass
திண்ம அளவு கோல்கள்	- Solid Scales
திட்டவரைவு	- Project Proposal
திட்டமிடப்பட்ட செயல்	- Planned Job
திட்டமிடுதலில் நெகிழ்ந்து கொடுத்தல்	- Planning Flexibility
திட்டக் கால அட்டவணை	- Time Schedule
தீர்க்கரேகை	- Longitude
துடுப்பு	- Oar or Fin
துணுக்குகள் மாதிரி எடுத்தல்	- Spot Sampling
துளையிட்டு மாதிரி எடுத்தல்	- Coring or Column Sampling
துறைமுகக் கட்டடக்கூறுகள்	- Port Structures
துறைமுகக் கட்டுமானங்கள்	- Port Structures
துறைமுக நாட்குறிப்புகள்	- Port Daily Logs
துறைமுகப்பக்கம்	- Portboard Side
துறைமுகப்பதிவேடு	- Port Log
தூக்குத்தொட்டில்	- Lifting Cradle
தெவிட்டல் நீர்முழ்குதல்	- Saturation diving
தேசிய கடல் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்	- National Institute of Ocean Technology
தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம்	- National Institute of Oceanography
தேசிய வரலாற்றமைவிடக் கழகம்	- National Historical Sites Services

தேடுதல் பாதை	-	Search Path
தேடும் பரப்பு	-	Search Area
தேனீர் கரண்டி	-	Table Spoon
தொட்டுணர்வு முறை	-	Probing
தொடரொளிப்படம்	-	Motion Pictures
தொல் காந்தப்புல அளவீட்டு காலக்கணிப்பு	-	Archaeo- magnetic Dating
தொல்பொருட்களைப் பதிவு செய்தல்	-	Recording the Antiquities
தொல்பொருட்களைப் பாதுகாத்தல்	-	Preservation of Antiquities
தொல்பொருட்களைப் பேணுதல்	-	Conservation of Antiquities
தொல்பொருள் அறிஞர்	-	Antiquities Specialist
தொல்பொருள்கள் சேமித்தல்	-	Antiquities Storage
தொல்பொருள்கள் உருவமைப்பு	-	Shape of the Antiquity
தொல்பொருள் குழு	-	Antiquities Group
தொல்பொருள் சேகரிப்பு சங்கம்	-	Society of Antiquaries
தொல்பொருள் தேடுதல்	-	Antiquity Search
தொல்பொருள் பாதுகாத்தல் குறித்த பதிவு	-	Recording on the conservation of Antiquities
தொல்பொருள் பாதுகாப்பு அறிஞர்	-	Archaeological Conservator
தொல்பொருள் விளக்க அறிஞர்	-	Archaeological Illustrator
தொல்பொருளின் பின்புலம்	-	Background
தொல்பொருளின் மாதிரி எடுத்தல்	-	Sampling the Antiquities
தொல்லியல் அறிஞர்	-	Archaeologist
தொல்லியல் காலக்கணிப்பு முறை	-	Archaeological Dating
தொல்லியல் களப்பரப்பு	-	Archaeological Field Area
தொல்லியல் நெறிமுறை	-	Archaeological Methods
தொலையுணர்வு கருவிகள் கொண்டு தேடுதல்	-	Remote Sensing Search

தொலையுணர்வு கருவிகள்	-	Remote Sensing Equipments
தொழில்நுட்பக் கருவிகள்	-	Technical Instruments
தொழில் நுட்ப நெறிமுறைகள்	-	Technical Methods
நடைக்கூட தேடுதல் முறை	-	Jackstay or Corridor Search
நதிகளின் போக்கு மாறுதல்	-	River Course Changes
நதி முகத்துவாரம்	-	Estuary
நதியில் பயன்படுத்தப்படும் கலங்கள்	-	River Going Vessels
நில அகழாய்வு அறிக்கைகள்	-	Land Excavation Reports
நிலஇயல் தத்துவம்	-	Principles of Geology
நிலக்காற்று அழுத்தம்	-	Atmospheric Pressure
நிலத்தகட்டின் நகர்வு	-	Tectonic Movement
நிலைய நோக்கி	-	Station Pointer
நிலையான குறுக்கு வெட்டு	-	Permanent Sections
நிலையான செயற்கைக்கோள்கள்	-	Geo- stationary Satellite
நிலையான நீர்மூழ்கு கருவி	-	Standard diving gear
நிலையான நீர் மூழ்குதல்	-	Standard Diving
நிலவியல் தன்மை	-	Geological Property
நிழற்பட சட்டங்கள்	-	Photographic Frames
நிழற்படங்களைப் பதிவு செய்தல்	-	Recording of Photographs
நிறைநிலை நீர்மூழ்குதல்	-	Saturation Diving
நீர்த்தெளிப்பான்	-	Water Sprayers
நீர்த்தேக்க முகப்பு	-	Reservoir Mouth
நீர்பீச்சுவான்	-	Water jet
நீர்புகாவகை உடை	-	Dry Suit
நீர்புகும் உடை	-	Wet Suit
நீர்மூழ்கு அமுக்கநீக்க நேரம்	-	Decompression Period
நீர்மூழ்கு ஆழம்	-	Diving Depth
நீர்மூழ்கு கருவி	-	Diving Equipment

நீர்முழ்கு கலம்	-	Submersible
நீர்முழ்கு கழகம்	-	Diving Council
நீர்முழ்கு காலம்	-	Diving Period
நீர்முழ்கு உருளைத் தொட்டி	-	Enclosed Diving barrel
நீர்முழ்குத் தொல்லியலாளர்	-	Diving Archaeologist
நீர்முழ்குநர் வழிகாட்டுக் கட்டமைப்பு	-	Divers Grid
நீர்முழ்குநர் குறிப்பு	-	Diver's Log
நீர்முழ்குநரைக் கொண்டு தேடுதல்	-	Divers Search
நீர்முழ்கு பதிவுகள்	-	Diving Records
நீர்முழ்கும் குழு	-	Diving Group
நீர்முழ்கு மணி	-	Diving bell
நீர்முழ்குமுறை	-	Method of Diving
நீர்முழ்கு வழிகாட்டி	-	Diving manual
நீர்வாரும் இயந்திரம்	-	Water dredge
நீரகழாய்வு	-	Underwater Archaeology
நீரடிஒலி தூரமானி	-	Acoustic Ranger
நீரடி காண்பொளிப்படக்கருவி	-	Underwater Video Camera
நீரடி நிழற்படக்கருவி	-	Underwater Camera
நீரடி வரைவுமுறை மற்றும் நிழற்படம்	-	Underwater Drawings and Photography
நீரியல் அறிஞர்	-	Hydrologist
நீரில் அளவிடுதல்	-	Underwater Survey
நீரினுள் தொல்பொருட்களைத் துடைத்தல்	-	Cleaning the Object Underwater
நீருக்குள் புகைப்படம் எடுக்கும் நுட்பம்	-	Underwater Photography Technique
நீரோட்டம்	-	Water Current
நுண்கற்காலம்	-	Mesolithic Period

நுரையீரல் முறுக்கம்	- Lung Squeeze
நுரையீரல் வெடித்தல்	- Lung Burst
நெகிழி	- Plastic
நெறிமுறைகள்	- Methods
நேரடித்தேடுதல் முறை	- Direct Search
நைட்ரஜன் போதை	- Nitrogen Narcosis
பக்கப்பலகை	- Side Planks
பக்கவரைபடமானி	- Side- scan sonar
படகில் தப்பிக்கும் ஒத்திகை நிகழ்ச்சி	- Boat drill
படகின் பின்பகுதி	- Stern of a boat
படகின் முன்பகுதி	- Bow of a boat
படகுக் குழு	- Boat Group
படகுத்துறை	- Wharf or Jetty
படிமாற்றம்	- Transfomation
பதிவுகளின் நெறிமுறைகள்	- Principles of Recording
பதிவு அட்டை	- Tag
பதிவு செய்தல்	- Recording
பதிவு செய்தலைக் கட்டமைத்தல்	- Structuring the Recording Methods
பதிவு செய்யும் கருவிகள்	- Recording Instruments
பதிவு செய்யும் குழு	- Recording Group
பதிவு முறைகள்	- Recording Methods
பதிவேடுகள்	- Registers
பரும தரவுத்தளம்	- Physical Database
பல்துறைசார் ஆய்வு	- Interdisciplinary Research
பல் மருத்துவரின் கம்பிகள்	- Dissection box
பவளப்பாறை	- Coral Reef
பழுதூக்கி	- Winch
பழைய பதிவு முறையைப் பயன்படுத்தல்	- Utilising the old Records
பனிப்படர்வு	- Ice Formation

பனிப்பாறை	-	Iceberg
பாசி	-	Algae
பாய்	-	Sail
பாய்மரத்துளை	-	Mast hole
பாய்மர நிலைப் பலகை	-	Sail Mast Board
பாய்மரம்	-	Sail Mast
பார்வைத்தூரம்	-	Visibility
பிணைப்பு இழுவை தேடுதல்	-	Towing
பிணைப்பொருட்கள்	-	Associated Objects
பிரிட்டிஷ் குழுமம்	-	British Association
பிறவற்றிற்கான குழு	-	Group for Miscellaneous Works
பீரங்கி	-	Cannon
பீரங்கிகளைப் பதிவு செய்தல்	-	Recording the Cannon
புகைப்பட ஒட்டுகள்	-	Photo Mosaics
புகைப்படக் கருவி	-	Camera
புகைப்படக் காட்சிக்காலம்	-	Exposure
புகைப்படக் குழு	-	Photography Group
புகைப்படச் சுருள்	-	Photo Negatives
புகைப்பட வல்லுநர்	-	Specialist Photographer
புவிஇயற்பியல்	-	Physical Geography
புவியியல்சார் விவரங்கள்	-	Geographical Information
புவியியல்மாற்றம்	-	Geographical Changes
புறக்காரணி	-	External Factor
பூகோள இடமறியும் கருவி	-	Global Positioning System, GPS
பூஞ்சை	-	Fungi
பேணுதல்	-	Conservation
போர்கப்பல்	-	War Ship
மட்பாண்டங்களில் எண்குறித்தல்	-	Numbering the Potteries
மண் இறைக்கும் கப்பல்	-	Dredging Ship
மண்சாடிக் குன்று	-	Amphora Mound

மண்ணடி எதிரொலிமானி	-	Sub bottom Profiler
மண்ணடுக்காய்விற்கு மாதிரி எடுத்தல்	-	Sampling for the Stratigraphy
மண்ணடுக்கின் தன்மை	-	Quality of the Deposit
மண்ணடுக்கின் நிறம்	-	Colour of the Deposit
மண்ணடுக்கு	-	Soil Strata
மண்ணைத் துருவுதல்	-	Scraping the Soil
மண்துகளின் அளவு	-	Grain size
மண்படிவு	-	Soil deposits
மண் மாதிரிகளைப் பதிவு செய்தல்	-	Soil Sample Recording
மண்மேடு	-	Mound
மண்வாரிகள்	-	Dredge
மரப்பலகை இணைப்பு	-	Woodwork Joints
மரவளையத்தின் கோணம்	-	Angle of the annular Ring of the wood
மரக்கப்பல்	-	Wooden Ship
மரக்கலங்களை ஆய்வுக்காகப் பிரித்தெடுத்தல்	-	Dismantling the wooden vessel for Study
மரச்சட்டங்களின் இணைப்புகள்	-	Wooden Joints
மரத்துண்டுகளைப் பதிவு செய்தல்	-	Wood Sample Recording
மரபுப் பழக்கவழக்கங்கள்	-	Traditional Culture
மரபு வழிக் கப்பல் கட்டுதல்	-	Traditional Boat Building
மரபு வழிக் கலங்கள்	-	Traditional Crafts
மரபுவழிக் காலக்கணிப்பு	-	Traditional Dating
மரபுவழி நீர்முழ்குநர்	-	Traditional Divers
மரவளைய கணக்கீட்டு காலக்கணிப்பு	-	Dendrochronology
மாதிரி அகழாய்வின் சூழல்	-	Environment of the Sample Excavation
மாதிரி அகழாய்வின் முறை	-	Sample Excavation

மாதிரி எடுக்கும் கருவி	Sampling Equipment
மாதிரி எடுக்கும் முறைகள்	Sampling Techniques
மாதிரித்தேடுதல்	Sample Search
மாலுமி	Captain
முக்காலிகள்	Tripods
முகப்புத் தோற்ற வரைபடம்	Elevation Drawing
முகமூடிக் கண்ணாடி	Face Mask
முகமூடிக்கண்ணாடி முறுக்கம்	Face mask Squeeze
முப்பரிமாண வரைபடங்கள்	Three Dimensional Drawings
மிதவை	Float (Buoy)
மிதவைமேடைகள்	Floating Platform
மின்காந்த அலை	Radio Wave
மின்காந்த அலை ஒளிபரப்புத்தளம்	Long range Radio Station
மின்தூக்கி	Lift
மினி ரேஞ்சர்	Mini-Ranger
மூக்கு இறுக்கி	Nose clip
மூச்சுக்குழல்	Snorkel
முழுமையான நீர்மூழ்குதல்	Saturation Diving
முழுமையான பதிவுகள்	Complete Recording
மூச்சை அடைத்துச் செல்லுதல்	Snorkeling
மூலக்கூறு	Molecule
மூலப்பொருள்	Raw Material
மூழ்கடிக்கமுடியாத கப்பல்	Unsinkable ship
மூழ்குபவர் வழிகாட்டிகள்	Diving manuals
மெல்லிய வண்டல்	Fine Sediment
மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்குதல்	Surface Demand Diving Equipment
மேலுந்துவிசை	Buoyancy
மேலுந்து உறை	Buoyancy Compensator
மேலைக்கற்காலம்	Palaeolithic Period

வட்டச்சுற்று செயற்கைக்கோள்	-	Transit Satellite
வட்டமுறைத் தேடுதல்	-	Circular Search
வண்டலின் அளவு	-	Quantity of the Sediment
வண்டலின் உருவ அமைப்பு	-	Shape of the Sediment
வண்டலின் கெட்டித்தன்மை	-	Consolidation Factor of the Sediment
வண்டலின் நிறம்	-	Colour of the Sediment
வண்டலை அகற்றும் கருவிகள்	-	Sediment Removing Tools
வண்டலைத் தளர்வுறச் செய்யும் கருவி	-	Tools for Loosening Sediment
வண்ணப்பூச்சுத் தூரிகை	-	Painting Brush
வணிக ஆவணங்கள்	-	Commercial Records
வணிகப் பரிமாற்ற ஆவணங்கள்	-	Commercial Transaction Records
வணிகமுறை நீர்மூழ்குபவர்	-	Commercial Diver
வரைபட அளவுகோல் மடங்கு	-	Scale
வரைபடக் கருவி	-	Drawing Equipment
வரைபடப் பதிவு	-	Recording of Drawing
வரைபடம்	-	Drawing, Map
வரைவுக் கூறு	-	Research Design
வரைவுமுறை	-	Design (Proposal)
வலை	-	Net
வளிமக்கலவை	-	Gas Mixture
வளிமக்குமிழ்	-	Air Bubble
வளிமண்டலம்	-	Atmosphere
வளர் குறுக்கு வெட்டு	-	Cumulative Sections
வளையப் பட்டைகள்	-	Tree Rings
வாங்குகால்	-	Strake of a boat
வாசாக் குழு	-	Vasa Council
வாய்ப்பகுதி	-	Mouthpiece
வாரி	-	Cross Board of a boat

வாழ்விடங்கள்	- Habitation
விண்கதிர்	- Cosmic Ray
விண்கற்கள்	- Asteroids
விண்மீன்கள்	- Stars
விண்மீன் பக்கம்	- Starboard Side
விண்வெளிக் கதிர்	- Cosmic Ray
விமான நிழற்படம்	- Arial Photographs
விலகுதூர அளவீடு	- Offset measurements
விலாக்கட்டை	- Strake of a boat
வெட்டுத் தோற்றப் படம்	- Sectional Drawing
வெண்கலக் காலம்	- Bronze Age
வெப்ப ஒளி அளவீட்டுக் காலக்கணிப்பு	- Thermo Luminescence Dating
வெப்பம் கடத்தா நிலை	- Non conducting stage
வேதியியல் மாற்றங்கள்	- Chemical Changes

சொல்லடைவு

அ

அகக்காரணிகள் 77
அகநானூறு 181-2
அகதி தீவு 61
அகப்பை 174
அகழாய்வறிஞர் 160
அகழாய்வுக்களம் 176
அகழாய்வுமுறை 164
அகுவாடா 65
அட்சரேகை 72,111,113-4
அட்டி 191
அட்டையிடுதல் 158
அடிப்படைப்புள்ளி 125
அடிப்படைக்கோடு 131
அடிமரம் 189-90,194
அடுக்குகள் 146
அடுக்குமுறை 146
அடுப்பு 205
அடைப்பான் 168,202
அடையாள அட்டை 167
அண்டை 190
அணைக்கட்டுகள் 76
அப்பாட் எல்ட்ரட் 13
அம்பர் 49
அம்பி 181
அம்புகள் 38
அமினி தீவு 61
அமுக்க நீக்கநோய் 92
அமுக்க நீக்கக்கூடாரம் 91,93,96
அமுக்க நீக்க நேரம் 96
அமெரிக்கா 21
அமெரிக்கா 18,22,31,39,41,48,50,207
அயல்நாட்டினர் பயணக்குறிப்புகள் 68
அயல்நாட்டுப்பயணிகள் 181
அயர்லாந்து 39,42
அயினி 193-4
அர்கோ 46
அரபிக்கடல் 61,194
அரன்னோபாஸ் 63
அரிமுகஅம்பி 181
அரியாங்குப்பம் 82
அரிக்கமேடு 54,68-70,80,82,199
அருங்காட்சியகம் 16,20,25,32,34,66,158

அல்மகூதி 61
அலிப்சா 194
அலெக்ஸாண்டர் மெக்கே 34
அலுமினியத்தாள் 202
அவுட் ஸ்கெரிஸ் 20
அழகன்குளம் 70,80,82,181-2
அழுத்தம் காட்டி 90
அழுத்தம் 96-7
அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு கருவி 87,90-1,93,97
அளவிடுதல் 124,126,154,162
அளவின் மடங்கு 127
அளவீடு 123,132,155
அளவீட்டுக் கட்டம் 129-30
அளவீட்டுக் கருவிகள் 35,109,119,127
அளவீட்டுச் சங்கிலி 128
அளவீட்டுச் சட்டங்கள் 62,132
அளவீட்டுப்புள்ளி 36,111
அளவீட்டு முறைகள் 131,133
அளவுகள் 133
அளவுகோல் 124,131,135-7, 153-4
அளவுகோல் மடங்கு 124
அளவுநாடா 127,131
அறிக்கை 116
அறிவியற் கோட்பாடு 167,199
அறிவியல் கூடம் 197
அறையாணிகள் 63
அன்னசியோ ∴புஸ்கோனி 25
அனந்தரங்கம் 72
அனியம் 184,190
அஹமதாபாத் 201

ஆ

ஆக்சிஜன் 87,92,95,97,163
ஆங்கிலேயக் கடல்சார் குழுமம் 34
ஆசியா 54
ஆடிகள் 109;137
ஆடிக்கருவிகள் 110
ஆணித்துளைகள் 149
ஆண்ட்ரே 17
ஆண்டரோத் தீவு 61
ஆண்டிரியாஸ் பெக்கேல் 29
ஆன்டிகுதேரா இளைஞன் 16
ஆந்திரப் பல்கலைக்கழகம் 52-4
ஆப்பிரிக்கா 58
ஆம்ஸ்டெர்டாம் 21
ஆய்வுப்பரப்பு 100
ஆய்வுப்படகு 99
ஆய்வுவரைவு 116
ஆய்வுநெறி 12,115
ஆய்வுக்கப்பல் 175
ஆய்வுக்கலம் 2,109
ஆய்வுக்களம் 118,134,142,162,169
ஆய்வுக்கூறுகள் 199
ஆய்வுச்சூழல் 6
ஆய்வுத்திட்ட வரைவு 141
ஆய்வு மாதிரிகள் 156
ஆர்க்கிமிடிஸ் 85
ஆரியன் 69
ஆல்வின் 46
ஆல்பா கதிர்கள் 205
ஆலப்புழா 179,194
ஆவணம் 1,34,65,68,71,72,83,142,143

ஆவணக்காப்பகம் 65
ஆழ்கடல் அறிவியல் 93
ஆழமானி 9
ஆஸ்திரேலியா, 22

இ

இங்கிலாந்து 14,20,32,39,61
இடர்ப்பாடு 6,8,9,41,95,113,156
இனப்புப்பலகை 149
இத்தாலி 14
இந்தியக் கடலகழாய்வுக்கழகம் 52
இந்தியக் கடற்படை 54,61
இந்தியத் தொல்லியல்துறை 53,60-1,203
இபின்பதூதா 69
இயற்கை சமன்பாடு 75
இயந்திரத்தூக்கி 36
இயன்புளூமர்
இரண்டாம் குஸ்தவ் அதோல்ப் 27
இராமநாதபுரம் 70
இராமேஸ்வரம் 54,65,76
இருபரிமாணம் 123
இரும்புக்கம்பி 36,163
இரும்புக்கயிறுகள் 31
இரும்பு குண்டுகள் 144
இரும்புத்தகடுகள் 173
இரும்பு நங்கூரங்கள் 63
இலக்கியங்கள் 1,58,68,83,179,181-2,184
இறக்குமதி 1,69,71-2
இறுகுப்பிடி கருவிகள் 13
இறைப்பான் 177
இஸ்லாம் 49

ஈ

ஈமச்சின்னம் 196

உ

உட்புறவளையம் 207
உட்ஸ்ஹோல் 45
உடல் வெப்பம் குறைதல் 95
உடலியல் இடர்கள் 92
உடற்பயிற்சிக்கூடம் 41
உடை 8,87-88
உணவகங்கள் 41
உணவுக்கலன் 38
உணர் நெகிழிகள் 97
உணவுப்பொருட்கள் 83
உமிழ் விளக்கு 138
உயர் அழுத்தம் 175
உயர் அழுத்த நீர் துளையிடும் கருவி 163
உயில்காற்று நச்சு 95
உயிரியல் 118
உருவமைப்பு 180
உருவச்சிதைவு 167
உருளைத் தெப்பங்கள் 24
உலகப்போர் 16
உலை 205-6
உலோகம் 103
உலோக உருக்கு உலைகள் 199
உலோகக்கம்பிகள் 128

உலோகத்தூண்கள் 25
உலோகப்பொருட்கள் 199,202
உறிஞ்சுக்குழாய் 178

ஊ

ஊர்ம் 77

எ

எட்கர்டன் 34
எட்வர்ட் 41,43,44
எட்வின் ∴பால்திங் 30
எட்டாம் ஹென்றி 32
எண் குறித்தல் 159
எண்ணிடுதல் 30
எண்ணிடும் முறை 158
எதிரொலி ஆழமானி 57,60,105
எதிரொலி 105-7
ஏதென்ஸ் 48
ஏதேனியர் 4
எந்திரவிசிறி 41
எபோனி 49
எமில் 17
எமிலியோ க்ளுரியா 26
எரா 190
எரிமலைக்குழம்பு 77
எல்லை வரையறை 169-170
எல்ம் மரம் 33
எலக்ட்ரான் 200
எலும்புக்கூடுகள் 156
எலும்புத்துண்டுகள் 168
எழுத்தறிவு 49
எழுத்துமுறை 79
எஸ்.ஆர்.ராவ் 51,55,57

ஏ

ஏரி 2,15-6
ஏற்றுமதி 1,69,71-2

ஐ

ஐங்குறுநூறு 181
ஐசோடோப்பு 200-1
ஐரோப்பா 21,27,39,42,64

ஒ

ஒட்டுப்புகைப்படங்கள் 140
ஒட்டுப்பொருட்கள் 153
ஒடோ பிரான்டல் 15
ஒத்திகை நிகழ்ச்சி 43
ஒயிட்ஸ்டார் 39
ஒரிசா 76
ஒலி பரப்புத்தளங்கள் 112
ஒலி அலைகள் 107
ஒலி அதிகரித்தல் 95
ஒலிக்கருவிகள் 129
ஒலிம்பிக் 39,40
ஒளி அமைப்பு 138-9
ஒளிஅலை 106
ஒளிக்கோண அமைப்பு 135
ஒளிச்சிதறல் 95
ஒளிச்சுருள் 139
ஒளிப்பரப்புத் தளங்கள் 111

ஒளியின்மை 95
ஒற்றைத்தடிவல்லம் 188

ஓ

ஓக் மரம் 13,27,32-3
ஓடம் 183
ஓத மாற்றம் 12
ஓலைச்சுவடிகள் 68,71

ஔ

ஃபிரான்சன் 29

க

கட்ச் வளைகுடா 52,55
கட்டடங்கள் 2,5,13-4,55
கட்டடக்கூறு 6
கட்டமைத்தல் 126,156,190
கட்டுமரம் 181,187,190-1
கட்டுமானத்திறன் 149
கட்டுமானத்துளை 13
கட்டுமானப் பணிகள் 40
கட்டுவல்லம் 188
கடக்கரப்பள்ளி 179,194
கடப்பலகை 191
கடம்பு 192
கடல் அறிவியல் அறிஞர் 50
கடல் அளவீட்டாளர்கள 2
கடல் காந்தப்புலமானி 106
கடல் தொல்லியல் 2
கடல் நீரின்தன்மை 155
கடல் நீரோட்டம் 32
கடல் நிலை இயல் 50
கடல் போக்குவரத்து 61
கடல் போர்நுட்பம் 39
கடல்மட்ட உயர்வுத் தாழ்வு 6
கடல் மட்ட உயர்வு தாழ்வு 78
கடல்மட்டம் 77
கடல் வீரர்கள் 28
கடல் வெப்பம் 8
கடல் மட்ட வேறுபாடு 79
கடலகழாய்வாளர் 48
கடலகழாய்வக்கருவிகள் 62
கடலகழாய்வுகள் 72
கடலகழாய்வுக்கழகம் 52
கடலகழாய்வுத்துறை 54
கடலரிப்பு 58
கடலாய்வு மையம் 52,53
கடற்கரை அமைப்பு மாற்றம் 74-6,80,83
கடற்கரையின் மாற்றம் 6
கடற்கன்னி 27
கடற்கொள்ளை 17
கடற்செலவு 4,6,48-9,68,179
கடற்செலவுத் தொல்லியல் 2,21,24,179-195
கடற்தாவரங்கள் 9
கடற்படைவீரர் 17
கடற்படைத்தளம் 36
கடற்படைத்துறைமுகம் 64
கடற்படை நீர்மூழ்குநர்கள் 31
கடற்படை 16,21,30,32,33,50
கடற்பாசிகள் 62
கடற்புதையல் 16
கடற்பூச்சி 63

கடற்போர் 3,39,84
கடிகாரம் 92
கடிசு 192
கண்காணித்தல் 125,157
கண்டுபிடிக்கும் கருவி 103
கண்ணாடிக்குடுவை 165
கண் குருடாதல் 95
கண்ணாடி படகு 192
கண்ணாடிப்பொருட்கள் 49
கணிப்பொறி 106,120,129,160
கதிரியக்கம் 200,204
கப்பல் கட்டுதல் 5
கப்பல் கட்டுதல் 158
கப்பல் கட்டும் தொழில்நுட்பம் 1,4,6,30,196
கப்பல் கட்டும் நுட்பம் 180
கப்பல் சாத்திரம் 71
கப்பல் செலுத்தும் நுட்பம் 187
கப்பல் துறை 6,51,64,65,79,147
கப்பல் நாட்குறிப்புகள் 1
கப்பல் பணியாளர்28
கப்பல்பதிவேடு 43
கப்பல் போக்குவரத்து 54,71,79
கப்பல் வரைப்படமாதிரி 30
கப்பலாறு 67
கப்பலின் அடிப்பகுதி 24,33,36
கப்பலின் அடிப்பகுதி 150,194
கப்பலின் வரைப்படம் 36
கம்பராமாயணம் 181
கர்நாடகம் 80,199
கரி 201,203
கரித்தூள் 203
கரிமப்பொருள் 174,202
கரிமம் 203
கரிமவேதியியற் பொருட்கள் 166
கரிமுகஅம்பி 181
கருஞ்சிவப்புப் பானை ஓடுகள் 60,62
கருப்புவெள்ளைப்படங்கள் 138
கருமருது 194
கரைப்பான் 159
கரைமடி வல்லம் 189
கல்கத்தா 65
கல்தூண்கள் 51
கல்நங்கூரங்கள் 52,54,57-8,63,65-6,70,156
கல்மேடை 178
கலங்களின் வகை 68
கலங்கரை விளக்கம் 69
கலந்தாலோசித்தல் 157
கலம்செய்கம்மியர் 183
கலம் 180,182,188
கலவைப்பாறை 58
கலிசுலா 27
கலித்தொகை 181
கலிபோர்னியா 50
கவரத்தி தீவு 61
கழிமுகம் 9,82
கள்ளத்தோணி 189
களஆய்வு 10,60,73115,142
களஎண் 152,159
களக்கட்டமைப்பு 129
களச்சூழல் 118
களப்பரப்பு 142
களமேடை 119
களிமண் 173,204
கனடா 22

கனிமவளம் 76,83
காட்சிக்காலம் 136
காண்பொளிப் படம் 108,140,144
காந்தப்புலமானி 100,105
காந்தப்புலம் 107
காந்தசக்தி 205
காந்தபுலமாறுபாடு 106,205
காந்தபுலசக்தி 205
காந்தபுலவேறுபாடு 206
காந்தபுலம் 205-6
காந்தபுல வேறுபாடு அறியும் கருவி 60
காந்ததுகள் 205
காந்ததுகள் 205
காந்த அலைகள் 103
காந்த ஊசி 205
காம்பே வளைகுடா 55
காமயகவுண்டன் பட்டி 180
காமா கதிர் 204-5
காயல் 69,70
கார்பன் 14,78,200,202
கார்பன்டை ஆக்ஸைடு 95
கார்பன்[14] பகுப்பாய்வு 165,199, 200-1,203
கார்பன் மோனாக்சைடு நச்சு 94
கால்துடுப்பு 85,87-8,138,172
காலக்கணிப்பு 58,165,196-208-209
காலச்செலவு 10
காலணி 86,88
காலனியாதிக்க காலம் 68
காஸிபங்கன் 79
காவிரி நதி 59,81,82
காவிரிப்பூம்பட்டினம் 59,203
காற்றமுக்கி 156
காற்றின் அழுத்தம் 89
காற்று அமுக்கி 90,175
காற்றுக்குப்பி 2,8,88
காற்றுத்தூக்கி 11,35,60,62,64,175-8
காஸ்மாஸ் 61
கிராண்ட் கொஞிலூ 17
கிராண்டிதீவு 65
கிரிஸ் 16,48
கிரீன்விச் 20
கிருஷ்ணர் 55
கிரேக்கம் 16,50
கிரேவ்னி 20
கிரோனா 21
கிளேடியஸ் 27
கீழக்கரை 189
கீழ்வாலை 180
கீறல் உருவங்கள் 70
குகை வாழ்விடம் 203
குடியேற்றம் 12
குத்திட்டிகள் 38
குயின்ஸ்டவுன் 42
குர்ட் 63
குரல் நாண்கள் 95
குலோத்துங்கன் 184
குழு அமைப்பு 121
குள்ளா 189
குளோபல் பொசிசனிங் சிஸ்டம் 114
குறிப்புப்பலகை 155
குறியீடுகள் 133

குறுக்காய்வு 142
குறுக்கு அளவீடு 125,154
குறுக்குச் சான்றுகள் 155
குறுந்தொகை 181,182
குறுக்குத்தோற்றம் 207
குறுக்குப்பலகை 191
குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்
36,143,154,171,172
குறுக்குவெட்டுப்படம்
143,154,156
குறுவாள்கள் 38
குன்ஸ் 77
குஜராத் 51,55
கெலிடோனியா 48
கெலிதோனியா 18
கென்யா 22
கென்ட் 20
கேரளா 80,179,188,194-5
கேளா ஒலி 105
கொக்கி 13,28,130,153
கொடுமணல் 203,206
கொலம்பியா 48
கொலோன்னா 14
கொள்ளை 18
கொற்றலையார் 78
கொற்கை 68-70,80,83
கொன்ராட் ஏஞ்சல் ஹார்ட் 15
கோணமானி 131
கோமதி 55,57
கோர்டியோன் 48
கோவா 52,54,56,65

ச

சஃபயர் 22
சங்ககால துறைமுகங்கள் 69
சங்க இலக்கியம்
68,79,180,192
சங்க காலம் 52,59,61,81,180
சங்கு குளித்தல் 85
சசக்ஸ் 14
சட்டங்கள் 21,140
சட்டக முறைத்தேடுதல் 102
சம அழுத்தக்கலன் 104
சம அழுத்தக் காற்றுக்குப்பிகள்
101
சமுகப்படிநிலை 79
சல்லடை 177
சலவைக்கல் உருவங்கள் 25
சஹானி 201
சாதவாகனர் 64
சாய்வுக்கோணம் 148,152,154
சாயப்பட்டறை 83
சார்லஸ் 35
சார்லஸ்லையல் 14
சிங்க உருவம் 26
சிதைப்புமுறை ஆய்வு 162
சிந்துசமவெளி 55
சிந்துதுர்க் 63-4
சிப்பிகள் 9
சிலப்பதிகாரம் 181-2
சிவாஜி 63-4
சிற்பங்கள் 179
சீனா 55,70
சுக்கான் 192
சுகேலி தீவு 61
சுடப்பட்ட களிமண் 205
சுடுநீர் குளியல் 27
சுடுமண் பொம்மை 205

சுத்தியல் 174
சுரங்கங்கள் 3
சுரண்டிகள் 35,173
சுருள்கள் 135
சுருக்கக் குறிப்பு 154
சுவர் பூச்சுப்பொருள் 203
சுவாசக்குழல் 90
சுறாமீன் 184
சுனாமி 61
சூ.:.போக் 20
சூரியப்புள்ளி 78
சூழல் சான்றுகள் 145
சூழல் முறைமை 159
சூளாமணி 182
செங்கடல் 22,58
செங்கல் அடுக்குகள் 145
செங்கல் கட்டுமானம் 25
செங்கற்சூலை 206
செட்லாந்து 20
செதுக்குவேலை 27
செதுக்குச்சிற்பங்கள் 32
செப்புக்காலம் 18
செபூஸ் துறைமுகம் 41
செம்புஆணி 159
செம்புத்தட்டுகள் 62
செம்புத்தாது 28
செயற்கை ஒளி 138
செயற்கைக்கோள் 80-2,109, 112-4
செயற்கைத் தீவுகள் 15
செயற்கை நீர்ஊற்றுகள் 26
செயற்கையிழை 158-9
செவ்வியல் 16,48
செவிப்பறை 95
சேண்மானி 57,110,112
சேமிப்பு கிடங்கு 6,59
சேரதலா 194
சேரன்செங்குட்டுவன் 182
சேவைக்குழு 122
சைப்ரஸ் 19
சைவத்திருமுறைகள் 69
சொகுசு கப்பல் 39,40
சோதனைத்துளை 163
சோமநாத் 59
சோலன்ட் கடல் 33-4
சோன் நதிப்பள்ளத்தாக்கு 78
சௌத்தாம்டன் துறைமுகம் 41

மூ

மூக்கு இறுக்கி 9
மூச்சடைப்பு 95
மூச்சுக்கருவி 84-5
மூச்சுக்காற்று 85,86,87
மூச்சுக்குழல் 84,86
மூழ்கடிக்கமுடியாத கப்பல் 40
மூழ்கிய குறிப்பு 71

ட

டச்சு 19,71
டச்சுக்கிழக்கிந்திய கம்பெனி 20-1
டாலமி 69
டின் சகோதரர்கள் 14
டுக்ளாஸ் 208
டெக்ஸாஸ் 49

டெரெடோஸ் 29
டென்மார்க் 15

த

தக்காணக் கல்லூரி 56
தடுப்புறைகள் 38
தட்டுகள் 41
தட்டைப்படகு 25,120
தட்பவெட்ப மாறுபாடு 77,79
தட்பவெப்ப சுழற்சி 78
தண்டு 182,185,188,192
தமிழ்ப்பல்கலைக்கழகம் 53-4, 65-66,203,206
தமிழகத்துறைமுகங்கள் 71
தமிழகத்துறைமுகங்கள் 71,181
தமிழகம் 179,189,205
தரைப்பலகை 149
தரவுகள் 99,115,120-121,151,157,167
தரவுப்புள்ளி 130-1,133
தரவுப்புள்ளி வலைகள் 131
தலைக்கவசம் 25,86,88-9
தளவரைபடங்கள் 36,124,156
தற்காப்பு படகு 44
தனுஷ்கோடி 76
தனியார் நாட்குறிப்பேடு 68
தாங்குக்கட்டை 189
தாய்லாந்து 22
தாலமி 61
தாவரவியல் 149,165
தானியக்களஞ்சியம் 79
திசைமானி 9
திட்டமிடுதல் 115-122,164
திட்டவரைவு 117
திண்பிணைஅம்பி 181
திண்ம அளவுக்கோல் 128
திமில் 182
தியோடலைட் 110
திருவாசகம் 69
தீர்க்கரேகை 72,111,113-4
துடுப்பு 8,9,86,173,180-183,185-6,188-9,192
துணுக்குகள் 168
துரோக் மார்டன் 48
துருக்கி 18,41,48-9
துவாரகை 52,55,56,58-9
துவாரகீசுவர் 56
துறைமுகக் கட்டுமானம் 4,55,59,70
துறைமுக நாட்குறிப்புகள் 1
துறைமுகப்பக்கம் 186
துறைமுகப் பதிவேடு 68
துனிசியா 16
தூக்குத்தொட்டி 36-7
தூத்துக்குடி 189
தூரமானி 36
தூரிகை 139,160,173-4
தூலிப் 20
தெப்பம் 184,188
தெபேயாயா 59
தெவிட்டல் நீர்மூழ்குதல் 96
தேக்கு 193
தேசிய கடலாய்வு நிறுவனம் 52,53,56,59,61,64-5,106

தேசிய வரலாற்று அமைவிடக்கழகம் 22
தேசியக் கடல் தொழில்நுட்ப நிறுவனம் 53
தேசியக்கடலகழாய்வு 64
தேடுதல் பாதை 10
தேடுதல் முறை 9,34,99-101,102
தொடர் ஆழப்படங்கள் 106
தொடரொளிப் படங்கள் 155
தொண்டி 66,68-9
தொப்பிகள் 38
தொரவம் 188
தொல்காந்தப்புல அளவீடு 199
தொல்காந்தப்புலம் 205
தொல்லியல் களம் 116
தொலை உணர்வுக்கருவிகள் 60
தொலை உணர்வுப் படம் 80-81
தொலைக்கட்டுப்பாட்டுப் பொறி 46
தொலைக்காட்சிப்படம் 6
தொலைபேசி 43,89
தொலையுணர்வு 104-5
தொலையுணர்வு ஆய்வுக்கருவிகள் 99
தொலையுணர்வுக் கருவி 10
தொழில் கருவிகள் 199
தொழிற்கூடம் 175
தொழிற்சாலைகள் 3
தோணி 59,183,188,189
தோலாவீரா 59
தோற்றப்படங்கள் 36

ந

நங்கூரம் 5,25,32,40,57,59,65,68.82,193,195
நடுகட்டி 188
நதிமுகத்துவாரம் 9,74,183
நதியின் போக்கு 80
நர்மதை ஆறு 78
நற்றிணை 181-2
நாகப்பட்டினம் 69,75
நாட்குறிப்புகள் 72
நாணயங்கள் 38,103
நார்வே 20
நாவறண்டு போதல் 94-5
நாவாய் சாத்திரம் 71
நாவாய் 182-3
நிதிவசதி 117
நிதியுதவி 119
நிதித்திட்டம் 122
நியூயார்க் 42
நியூபவுண்ட் லேண்ட் 42,44
நில அகழாய்வு அறிக்கைகள் 68
நில அளவீட்டுக்கருவி 109
நில இயல் 14,50,83,118
நிலவியல்தன்மை 74
நிலவியல் அறிஞர் 58
நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு உடைகள் 97

நிலத்தகடு *75,77*
நிலைப்பலகைகள் *193*
நிலையான நீர் மூழ்குதல் *17*
நிலையநோக்கி *111*
நிழற்படங்கள் *62,104,143,150,155*
நிழற்படச் சட்டங்கள் *135*
நிழற்படக்கருவி *35.107*
நிறமாலைகள் *7*
நிறைநிலை நீர்மூழ்குதல் *96*
நினைவுத்தகடு *46*
நினைவு தவறுதல் *94*
நீச்சல்குளம் *41*
நீர்த்தெளிப்பான்கள் *37*
நீர்த்தேக்கங்கள் *2*
நீர்த்தேக்க முகப்பு *51,60*
நீர்ப்பீச்சுவான்கள் *34*
நீர்ப்புகைப்படம் *17*
நீர்மூழ்குஉடை *15,25,84*
நீர்மூழ்குக்குழு *121*
நீர்மூழ்குகருவி *17,34,87*
நீர்மூழ்கு கலன்கள் *21,46,49-51,97,100*
நீர்மூழ்குதல் *84-7,91*
நீர்மூழ்குநர் *7,8,13,17,35,57,93,95,100, 130,138*
நீர்மூழ்குப்பள்ளி *30*
நீர்மூழ்கு மணி *25,91*
நீர்மூழ்குவோர் *6*
நீர்வழிப்போக்குவரத்து *180*
நீர்வாரி *62,175,177-8,194*
நீரடி நிழற்படக்கருவி *105,107*
நீரோட்டம் *7,36,74-5,171*
நுண்கற்காலம் *57*
நுரையீரல் முறுக்கம் *8,93*
நுரையீரல் வெடித்தல் *8,93*
நெகிழி *8-9*
நெகிழ்மங்கள் *137*
நெகிழ்ம வகை நாடாக்கள் *128*
நெருல் *65*
நெறிமுறை *6,115,141,169*
நேமி ஏரி *14,24*
நைட்ரஜன் *7,86,92,97,200*
நைட்ரஜன் போதை *94*
நைதம் *15*

ப

ப.்.றி *185*
பக்கப்பலகை *149-50,194*
பக்க வரைபடமானி *34,49,55,57,60,105-7*
பங்காரம் தீவு *61*
பஞ்சாப் *78*
பட்டினப்பாலை *69,182*
பட்டிஸ்தா ஆல்பெர்டி *14*
படகு கட்டுநர்கள் *194*
படகுக்குழு *121*
படகுத்துறைகள் *51,57,60,68-9,81,*

படாவியா 22
படிமத்தகடு 25
படிமாற்றம் 200
பண்பாடு 5,167
பத்மகாட் 63
பதிவு 35,127,138,156,161
பதிவுஎண் 136,167
பதிவு செய்தல் 152,156-7
பதிவு செய்யும் குழு 121
பதிவுத்தரவுகள் 160
பதிவு முறை 157
பதிவேடு 72,133
பயணக்குறிப்புகள் 1,72,83,179
பரிமுகஅம்பி 181
பரிசல் 185
பரிபாடல் 181-2
பருமத்தரவுத் தளங்கள் 161
பரோக் 28
பல்துறைசார் ஆய்வு 3
பலர்ர்ட் 46
பவளப்பாறைகள் 62,146
பழையகற்காலக்கருவி 78
பழைய வரைபடங்கள் 83
பளிங்கு கற்கள் 26
பறவை 190
பனிப்படர்வு 74,78
பனிப்பாறை 32,42-3
பாட்டனி 201
பாட்டரிவிளக்கு 92
பாண்டிச்சேரி 72,199
பாதுகாப்புமுறை 173
பாதுகாத்தல் 120
பாத்திரங்கள் 41
பாய்மரப்படகு 194-5
பாய்மரம் 180,182-3,186,189,192-3
பாய்மரக்கப்பல் 179,194
பாய்மரத்துளை 150
பாய் 188
பார்வையாளர்கள் மேடை 37
பார்வைத்தூரம் 7,10,100
பாரசீக வளைக்குடா 58
பாரிஸ் நகரம் 41
பால்டிக் 19,27,29,38,43
பாலிதீன் கிளைக்கோல் 37
பாறை ஓவியங்கள் 180
பாஸ்டன் 44
பாஹியான் 61
பிச்சில் 191
பிணைப்பு இழுவை 101
பிணை 181
பிரடெரிக் தூமாஸ் 18
பிரபாஸா 55,59
பிரம்மகிரி 199
பிரான்சு 17-8,33,45,66,71
பிரான்ஸோ தெமார்சி 25
பிரிட்டானிகா 39
பிரிட்டிஷ் குழுமம் 16
பிரின்ஸ் ராயல் 62
பிளிப் 18
பிளினி 64,69
பிளாக்ஃபிரையர் 20

பின்லாந்து 25
பிஸ்மார்க் 51
பீட்டா 200-1,204-5
பீட்டர்ஸன் 78
பீட்டர் துரோக்மார்தன் 18
பீரங்கி 3,27-8,33,38,62,65,144,145,152
புகைப்பட ஓட்டுகள் 140
புகைப்படக் கருவி 135,137,139
புகைப்படக்குழு 121
புகைப்படச்சுருள் 137,138
புகைப்பட நகல்கள் 155
புகைப்படம் 120,134-6,138-9,144,153
புகைப்போக்கி 40
புணை 181
புத்தவிகாரம் 51,60
புதையல் 12
புவியியற்பியல் 50
புவியியல் மாற்றம் 77
புவியியல் 142
புறநானூறு 182
புறக்காரணிகள் 77
புற ஊதாக் கதிர்கள் 10
புனித ஆண்ட்ரூஸ் பல்கலைக்கழகம் 21
பூகோள இடம் அறியும் கருவி 114
பூம்புகார் 52,54,59,60,68-70,75,80-3106
பூமரிச்சான் தீவு 66
பூமித்தகடு 79
பூவரசு 194
பெட் துவாரகா 56
பெத்த வலைப்படகு 189
பெர்ஸி ஆக்லேண்ட் 34
பெரிப்ளஸ் 61,64,69
பெரியபட்டினம் 67,70
பெருங்கற்படைச் சின்னம் 80,180
பெல்ஃபாஸ்ட் 39
பென்சில்வேனியா 18,48-9
பெனடிக்டின் பாதிரியார் 15
பெனொப்ஸ்காத் 22
பேக்டிரியா 37
பேணுதல் 31,32,120
பொத்ரூம் 50
பொருள்கள் நிறம் 95
பொறத்தலை 191
பொனிசீயர்கள் 48
போர்க்கப்பல் 3,19,20,27,32,33,38
போர்ட்மவுத் 34,36
போர்த்துகீசியர் 65,71

ம

மகாபாரதம் 58
மகாராஷ்டிரா 63-4,78
மசூலா 188-9
மண் அடுக்கு 168,171-2
மண்சாடி 60,62,144
மண்டோவி நதி65

மண்ணடி எதிரொலிமானி 105,107
மண்ணடுக்காய்வு 56,164
மண்ணடுக்கு 9,78,146,196-9
மண்படிவு 9-10,204
மண்மாதிரி 147
மண்மேடுகள் 198
மணிமேகலை 59,69,181-2
மண்வரிசை 169
மண்வாரி 178
மண்வெட்டி 174
மத்தியத் தரைக்கடல் 16,18,49,51,58,64,80,182
மதலை 184
மதியா தீவு 16
மயக்கமடைதல் 94
மரக்கரி 202-3
மரக்காயர் 191
மரபுப் பழக்கவழக்கங்கள் 4
மரபுவழி கப்பல்கட்டுதல் 54
மரபுவழி மூழ்குநர் 16
மரவளையக்கணக்கீடு 165-6,207-8
மரவேர்கள் 165
மரவேலிகள் 147
மரவேலைப்பாடு 190
மலபார் மரம் 194
மனநிலைத் தடுமாற்றம் 8

மாசூல்த் 22
மாதிரி 123,159,164,165-7,168,202,206
மாதிரித்துண்டு 150,151,166
மாநில அருங்காட்சியகம் 22
மாமல்லபுரம் 54
மார்க்கோபோலோ 69
மார்கரெட் ரூல் 35
மார்டிமர் வீலர் 199
மால்வான் 63
மாலத்தீவு 59
மாலுமி 43,61
மிதவை 31,178,180-1
மிதவை மேடைகள் 120
மிளகு 182
மின்காந்த அலை 109-113
மின்காந்த அலைக்கருவி 110
மின்டெல் 77
மின் தூக்கிகள் 41
மின் வெப்பக்கருவி 88
மினிக்காய் தீவு 61
மினிரேஞ்சர் 57,110-1
மீளாய்வு செய்தல் 158
மீன் பிடித்தல் 4,187
முக்காலி 135
முக்கோண அளவைமுறை 131
முகப்புத்தோற்றம் 134
முகமூடிக்கண்ணாடி 7,9,84,87,89,94
முசிறி 68
முசோலினி 26
முத்து 83,182
முப்பரிமாணம் 123
முல்லைத்தீவு 66

முல்துவாரகா 56
முல்துவாரகா 55
மெக்கன்சி 72
மெக்கே 34
மெகஸ்தனிஸ் 69
மெட்டல் டிடக்டர் 64,100
மெருதானியா 39
மென்தகடு 160
மென்பொருள் 160-1
மேரிரோஸ் 21,24,32,33-35,38-9
மேலுந்து உறை 9
மேலுந்து விசை 7,9,85-6,88,90,176-178
மேலைக்கற்காலம் 3
மேற்கு மலைத்தொடர் 207
மைக்கேல் 19
மொகஞ்சதாரோ 79
மொசாய்க் 25
மொம்பாஸா 22

ய

யங் 48
யாசிஅதா 19,49
யாத்திரை 189
யார்க் டவுன் 22
யானப்பாத்திரம் 183
யுக்திகல்பதரு 71
யுகோஸ்லேவியா19

ர

ரப்பர் வலைகள் 41
ராபர்ட் பலார்டு 45,50
ரிஸ் 77
ரை 14
ரோம், ரோமானியர் 13-6,24,26,49,51,83,182

ல

லட்சத்தீவு 54,61
லண்டன் 14
லியோன் பட்டிஸா ஆல்பர்டி 24
லூசிதானியா 39,51
லேமா 48
லோத்தல் 51,79

வ

வகோதான் 64
வங்கம் 183
வட்டமுறைத்தேடுதல் 103
வட அட்லாண்டிக் கடல் 40,45
வடஐரோப்பா 19
வடகடல் 20
வடமேற்கு ஐரோப்பா 20
வண்டல் அடுக்குகள் 174
வண்டல் படிவு 9,12,170
வண்டல்மண் 39
வண்டலை அகற்றும் கருவி 174

வண்ணப்படச்சுருள் 137
வண்ணப்பூச்சு 173
வணிகப்பரிமாற்றங்கள் 71
வணிகப்பொருட்கள் 71,83
வணிகம் 1,6,22,49,80
வணிகமுறை நீர் மூழ்குபவர் 2
வத்தை 189
வர்தேமா 70
வரலாற்றுச் சான்றுகள்
வரைபட அளவீட்டுப்
பொருட்கள் 153
வரைபட எண் 154
வரைபடக்கருவிகள் 119
வரைபடப் பதிவுகள் 154
வரைபடப் பலகை 128,154
வரைபடத்தாள்கள் 128
வரையறை 116
வரைவாளர் 127
வல்லம் 188-9
வளிமக் கலவை 89,91
வளிமக்கழிவுகள் 94
வளிமக்குமிழ்கள் 92-4,96
வளிமங்கள் 95
வளிமண்டலம் 77,200
வளையப்பட்டைகள் 166
வாங்குகால் இடைத்தூரம் 191
வாங்குகால் 191
வாகை மரம் 194
வாசாக்குழு 30
வாசா 19,24,27,32,38
வாடிகன் 25
வாதநோய் 8,92-3
வாய்ப்பகுதி 90
வாழ்விடம் 10,109,196
வாளி, மண்வெட்டி, 10-1
வான் தெர் ஹெய்த் 19
வான்புகைப்படங்கள் 10,17
வானியல் நிபுணர் 208
விசாகப்பட்டினம் 52-4
விடுதலைப்போர் 22
விண்கதிர்கள் 77,200
விண்மீன்கள் 111,186
விண்மீன்பக்கம் 186
வியட்நாம் 50
வில்லியர்ட் லிப்பி 201
விலகுதூர அளவீடு 131
விலா எலும்புகள் 191
விலாக்கட்டை 189-91
விவர அட்டைகள் 165
விளக்கமளித்தல் 157
விஜயதுர்க் 64
வெண்கலம் 27,137,197
வெண்கலக்காலம் 48
வெப்ப ஒளி அளவீட்டு
காலக்கணிப்பு 199,204
வெர்குல் திராக் 22
வெருலேமியம் 13
வெளிப்புறவளையம் 207
வேதாரண்யம் 75
வேதாளை 67
வேம்பு 194
வைகை 82

ஜ

ஜ்வாமர்தான் 20

ஜப்பான் 23

ஜார்ஜ்பாஸ் 18-9,48

ஜார்ஜ் பைஜான்டினோஸ் 16

ஜான்ஹோப்கின்ஸ் பல்கலைக்கழகம் 48

ஜிபிஎஸ் 46

ஜீவிக் 22

ஜீன் லூயிமிச்செல் 45

ஜூங் 185

ஜெர்மனி 51

ஜெர்மிகிரீன் 22

ஜேசன்ஜீனியர் 46,51

ஜோன் து பிளாத் டெயிலர் 18

ஜேம்ஸ்மூடி 43

ஜேம்ஸ் மௌலது 29

ஜேக்கஸ் கூஸ்து 17

ஸ

ஸ்காட்லாந்து 15

ஸ்குவாஸ் 41

ஸ்கேன்டிநேவியா 15

ஸ்வீடன் 19,27-9,38

ஸ்டாக்ஹோம் 28

ஸ்டாக்ஹோம் 19

ஸ்பெயின் 21

ஸ்லெய்ப்னெர் 35

ஷ

ஷாம்-எல்-ஷேய்க் 22

ஹ

ஹக் பொலார்ட் 15

ஹரப்பா 57-9

ஹரிவம்சம் 55

ஹார்லாண்ட் ஊல்ஃப் 40

ஹான்ஸ் ஆல்பிரெஸ் 29

ஹிரண்ய நதி 59

ஹிரானந்த சாஸ்திரி 56

ஹீலியம் 86,97

ஹெர்ன் குடா 15

ஹேஸ்டிங்ஸ் 21

ஹேரிஸ் 146

ஹோமர் 49